ESTUDIO DEL SISTEMA DE RESPUESTA POR DERRAME DE HIDROCARBUROS

FACULTAD NÀUTICA DE BARCELONA

Angela Pardal Lareo

24/07/2015

Trabajo final de Licenciatura en Náutica y Transporte Marítimo

Director: Jordi Moncunill Marimon

TFC : Estudio del sistema de respuesta por derrame de hidrocarburos

Agradecimientos

A todas aquellas personas que me han ayudado a la realización de este trabajo.

INDICE

ACCIDENTES CON CONSECUENCIA DE DERRAME 8
EL PRESTIGE 8
Antecedentes y descripción del viaje 9
Llamada de socorro 10
Daños en el buque 12
Certificación y equipo del buque 13
Titulación de los tripulantes 14
Condiciones meteorológicas. 14
Hechos 15
Normativa 16
Convenio IMDG 1965, edición 2008 16
Convenio CLC 69 18
Convenio INTERVENCION 69 21
Convenio MARPOL 73/78, edición 2009 22
Anexo I - Regulaciones para la prevención de la contaminación por hidrocarburos 23
Anexo II - Regulaciones para la prevención de la contaminación por sustancias nocivas liquidas 26
Análisis al Anexo II del MARPOL 28
Anexo III - Regulaciones para la prevención de la contaminación por sustancias perjudiciales transportadas en bultos 30
Anexo IV - Regulaciones para la prevención de la contaminación por aguas sucias 30
Anexo V – Regulaciones para la prevención de la contaminación por basura 31
Anexo VI - Regulaciones para la prevención de la contaminación atmosférica 32
Anexo VII - Regulaciones para la prevención de la contaminación por agua de lastre 33
Convenio OPRC 90 35
Protocolo HNS 37
Convenio BUNKERS 2001 38
Legislación española 40
Activación y organización operativa ante un derrame 42

Activación y organización de un plan 43
Criterios de activación de los distintos planes de contingencia 44
Plan Interior: 44
Plan Territorial 44
Plan Nacional 44
Plan Internacional 45
Activación y relación entre los distintos planes. 48
Planes del subsistema marítimo 48
Condiciones a tener en cuenta para la adecuada respuesta ante el derrame 48
Detección temprana y oportuna de cualquier derrame 49
Organización de respuesta en el mar 54
Dirección de las Operaciones en la mar 54
Coordinación de las Misiones en la Mar 56
Grupos de Respuesta 57
Órganos de respuesta en la costa 57
Acciones a emprender por el CNCS-LCC 61
Sistemas de vigilancia de los vertidos 67
Agencia Europea de Seguridad Marítima. 69
Comisión Permanente de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos (CIAIM) 70
La situación en España 73
Calculo de la mancha de hidrocarburo 73
Influencia de las corrientes 74
TIPOS DE CRUDOS Y CARACTERÍSTICAS 76
Crudos 77
Productos petrolíferos 78
Comportamiento del hidrocarburo derramado al mar 79
Propiedades físico químicas de los hidrocarburos 81
CLASIFICACIÓN DE LOS HIDROCARBUROS MÁS CORRIENTES DE ACUERDO CON SU DENSIDAD 83
Viscosidad 88
Tensión superficial 90
Punto de vertido 91
Punto de inflamación 92
Solubilidad 93
Punto de ebullición 93
Procesos Naturales 93
Evaporación 94

Esparcimiento....95
Dispersión....96
Emulsificación....97
Disolución....98
Oxidación....99
Sedimentación....100
Biodegradación....102
BARRERAS....104
Componentes de una barrera....104
PROPIEDADES BÁSICAS....105
Geometría y funcionalidad de las barreras....107
Rendimiento y Limitaciones de la barrera....114
TIPOS DE DESPLIEGUES....118
Plan de Colocación....126
Andaje de barreras....128
Inspecciones regulares....131
ALMACENAMIENTO....131
Eliminación de hidrocarburos....133
Uso de Dispersantes....133
Tipos de dispersantes....134
Efectividad de los dispersantes....135
Métodos de aplicación en el mar....136
Rociado de dispersantes sobre las costas....136
Incineración in situ de hidrocarburos en la mar....138
CONCLUSIONES....141

Introducción

El transporte marítimo de mercancía corresponde el medio de vida para el que he estudiado y el que me permite ganarme la vida.

Por ello tengo una profunda conciencia de la gran importancia que tiene en mi vida el mar , y soy consciente de que la preservación del mismo recae en gran medida en nosotros, los que nos dedicamos al transporte marítimo sea en tierra o en el mar.

Me empecé a interesar por los medios anticontaminación durante mi estancia en Salvamento marítimo . Allí pude observar cuan fácil es contaminar y cuan laborioso y costoso es recoger los vertidos .

A lo largo de los años se han ido desarrollando y perfeccionando técnicas de recogida de hidrocarburos derramados y firmando diferentes convenios y tratados a cumplir , con lo cual hoy en día se puede apreciar la evolución de los medios de lucha anticontaminación se han perfeccionado notablemente con respecto a años atrás . El personal se encuentra más preparado y se han ido incorporado nuevas tecnologías y sistemas de detección .Como por ejemplo ;el sistema de patrullaje aéreo relacionado con la actuación sancionadora y la coordinación de las diferentes instituciones y administraciones como el Ministerio Fiscal y las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado, así como inspecciones periódicas y el sistema de conexión entre países SAFESEANET .

Mi paso por la Sociedad de Salvamento Marítimo me ha hecho reflexionar en la cantidad de gente que hay especializada en la lucha contra la contaminación , y el complejo sistema de coordinación que tenemos ,pudiendo llegar a movilizar al Estado en caso de requerirse.

Siendo el mar el principal medio de vida para mí y para mucha gente , siento una profunda responsabilidad hacia el y me dio la motivación de investigar como poder preservarlo , para que pueda seguir siendo una fuente de ingresos y modo de vida por muchos años.

ACCIDENTES CON CONSECUENCIA DE DERRAME

EL PRESTIGE

El día 13 de noviembre de 2002, a las 14 1501 , el buque petrolero "Prestige" en viaje de Letonia a Gibraltar-órdenes envió una llamada de socorro a través del sistema de "llamada selectiva digital" (DSC) en el que informaba que se hallaba escorado y con peligro de hundimiento. Inmediatamente se movilizaron las unidades de salvamento pertinentes siendo evacuados 24 de los 27 tripulantes que llevaba el buque y permaneciendo a bordo el Capitán, el Jefe de Máquinas y el Primer Oficial. Tras sucesivos intentos fallidos de dar remolque por parte de los buques de salvamento presentes en la zona, el día 14 de noviembre, a las 1140 , el remolcador "Ría de Vigo" logró conectar el remolque cuando el "Prestige" se encontraba muy próximo a la costa (a unas 5 millas de Cabo Villano). Finalmente, el 19 de noviembre de 2002, el buque se hundió en latitud 42º12' N y Longitud 012º03' W, en una profundidad de 3.500 metros aproximadamente. El día del accidente, 13 de noviembre, el viento era del SW fuerza 8 a 9 de Beaufort (40 a 45 nudos), el estado de la mar, gruesa y la visibilidad regular.

Descripción del buque. "Prestige"

Tipo: Buque petrolero. Nº OMI: 372141.
Bandera: Bahamas. Indicativo: C6MN6.
Eslora total: 243'5 metros.
GT: 42.820.
Peso Muerto: 81.589 TmToneladas
Construcción: Japón, 1976.
Motor: B&W Potencia: 14.711 kW
Viaje: Venstpills (Letonia) – Gibraltar (a órdenes).
Carga: Fuel-oil (76.950 toneladas métricas).
Armador: Mare Shipping Inc of Liberia Operador: Universe Maritime Ltd.

El "Prestige" era un buque petrolero de bandera de Bahamas, con un arqueo bruto de 42.820 y una eslora de 243'5 metros. Aunque propiedad de Mare Shipping Inc. era operado por la Compañía Universe

Maritime Ltd., si bien en la base de datos de www.equasis.org figura como operador Laurel Sea Transport.
La Compañía Clasificadora era el "American Bureau of Shipping" (ABS).
Se construyó en el año 1976 en los astilleros Hitachi de Japón.
Dotado del sistema de lavado con crudo y de Gas Inerte, disponía de 3 bombas de carga con una capacidad de bombeo de 2.500 m3 /hora cada una. Operaba según el sistema llamado de "lastre limpio", que requiere tanques de lastre limpio con un 30% de protección del casco (en el costado o en el fondo). A efectos del Convenio MARPOL, el buque estaba clasificado en la Categoría 1, o buque "pre-Marpol", que son los buques-tanque mayores de 20.000 toneladas de peso muerto (para crudo) o mayores de 30.000 toneladas de peso muerto (para productos), que no están dotados de tanques de lastre segregado. De acuerdo con el citado Convenio (Regla 13G), el buque debería retirarse de servicio el 11 de marzo de 2005.

Tenía la cámara de máquinas y la habilitación a popa. Estaba estructurado en 4 tanques centrales y 12 laterales, 6 en cada banda. De ellos, los 4 centrales, y los tanques laterales babor y estribor números 1, 2 proa y 4, estaban dedicados al transporte de carga. Además el buque disponía de dos tanques de residuos situados a popa de los números 4 laterales.

Los tanques laterales números 2 popa babor y estribor y 3 babor y estribor, estaban dedicados a lastre limpio. Estos últimos, que en los primeros años de vida del buque estaban dedicados a carga, fueron reconvertidos para llevar lastre limpio y así dar cumplimiento a las prescripciones de 1982 del Convenio Marpol. El buque iba dotado de un motor B&W de 14.711 kW de potencia que le proporcionaba una velocidad de 15 nudos.

Antecedentes y descripción del viaje.

El buque "Prestige", pasó su revisión anual obligatoria en Dubai (Emiratos Árabes Unidos) entre el 15 y el 26 de mayo de 2002. Posteriormente estuvo en San Petersburgo (Rusia) actuando como almacén flotante durante 4 meses. El buque recibía carga y la transfería a buques más pequeños que se abarloaban a su costado para llevar a cabo las operaciones. Entre el 24 y el 30 de octubre, cargó parcialmente un cargamento de fuel oil en San Petersburgo, que completó el 5 de noviembre en Ventspills (Letonia). El buque, en su viaje de Ventspills a Gibraltar, hizo una escala en Dinamarca el 7 de noviembre para tomar combustible. De acuerdo con las manifestaciones del práctico que asesoró al buque en su tránsito por el Estrecho del Gran Belt (Dinamarca), el buque presentaba un estado de mantenimiento deficiente, pues

indicó que el equipo que el buque tenía a bordo no estaba en condiciones de ir a la mar, y que cuando subió a bordo lo primero que pensó es que el barco tenía que ir a desguace después de la descarga.
El día 13 de noviembre de 2002 a las 070437 se reportó, como es preceptivo, al Centro de Coordinación de Salvamento de Finisterre (CZCS Finisterre) en situación 43º 31' N,
009º 42,4W, es decir, unas 4 millas antes de entrar en el Dispositivo de Separación de Tráfico de Finisterre (DST Finisterre). Informó de su viaje y de que iba navegando al rumbo 210º con velocidad de 8 nudos y cargado con 77.033 toneladas de fuel oil, no notificando tener defectos, averías o limitaciones a los que hace referencia la normativa OMI sobre los principios generales a que deben ajustarse los sistemas de notificación de buques.
Las condiciones meteorológicas habían ido empeorando a lo largo de su navegación por el Golfo de Vizcaya. Al llegar a la zona de Finisterre, el viento había rolado al SW incrementándose la altura de olas y disminuyendo sensiblemente la presión atmosférica. Posteriormente, de acuerdo con las grabaciones radar del sistema de control del CZCS

Finisterre, el buque navegó en su tránsito por el DST Finisterre a una velocidad promedio de 5 nudos.

Llamada de socorro.

A las 14h 15m , en el CZCS Finisterre se recibió una petición de socorro mediante el sistema de "llamada selectiva digital" que correspondía al buque "Prestige" en latitud 42º 54' N, longitud 009º 54' W. El mensaje contenía el código correspondiente a "peligro no definido". Tras escuchar entrecortadamente MAYDAY y confirmar con la estación costera de Coruña (CCR) que se trataba de una emergencia real, y tras emitir ésta un MAYDAY RELAY, se movilizaron medios de salvamento.
A las 16h 00m , y dado que había problemas en la comunicación con el "Prestige", el CZCS Finisterre contactó con el buque "Wallily" (CNFV) que estaba en las proximidades del buque siniestrado, el cual informó que el "Prestige" tenía una escora a estribor de unos 25 grados . Acaecimientos posteriores al accidente.
Operaciones de salvamento. A las 16h 10m el helicóptero de salvamento "Pesca I" informó que había evacuado a 7 tripulantes y que procedía a Vigo, siendo desembarcados en el aeropuerto de dicha ciudad a las 16h 30m . A las 17h 05m el helicóptero de salvamento "Helimer Galicia" informó que tenía 17 tripulantes a bordo, comunicándole el Capitán del "Prestige" que él y los dos tripulantes restantes (Primer Oficial y Jefe de Máquinas) permanecerían en el buque. El "Helimer Galicia", con los evacuados, procedió a La Coruña. A las 1730 el remolcador de salvamento "Ría de Vigo" llegó a las inmediaciones del buque, permaneciendo en dicha zona sin poder dar el remolque, dado que el Capitán del "Prestige" se negó a ello, a pesar de las reiteradas instrucciones del CZCS de Finisterre de que tomara remolque, aduciendo que solo recibía órdenes de su armador.

El buque, sin gobierno por falta de propulsión, iba abatiendo hacia la costa aproximadamente 1 milla por hora.

Finalmente, a las 2002 y tras recibir instrucciones del armador, el Capitán del "Prestige" se avino a tomar remolque, pero adujo falta de personal, por lo que solicitó ser ayudado por tripulantes de los remolcadores.

Sin embargo, según la Regla 3-4 del Capítulo II-1 del SOLAS, el buque tenía que tener dos remolques de emergencia, uno a proa y otro a popa, que no fueron puestos a disposición de los remolcadores de salvamento, a pesar de las solicitudes reiteradas, en este sentido, por parte de los servicios de salvamento antes del abandono del buque por parte de la tripulación.

El hecho de que en ese momento hubiera tres tripulantes a bordo, no es óbice para que los remolques se hubieran podido dar, ya que están concebidos para poder ser manejados por una sola persona en cualquier situación, tanto meteorológica como de condición del buque (Resolución 35 (63) del Comité de Seguridad Marítima de la OMI).

Tras varios intentos fallidos de dar remolque dificultados por el mal tiempo, por falta de vapor para accionar el molinete y el cabrestante del buque así como por escasez de personal, se decidió trasbordar al "Prestige" dos tripulantes del remolcador "Ibaizábal Uno", que tenía la llegada a la zona a las 23h 38m . A las 0121 del día 14 el helicóptero "Pesca II" finalizó la maniobra de trasbordo de dichos tripulantes. Las condiciones meteorológicas a lo largo de la noche fueron empeorando. Tanto los remolcadores "Charuca Silveira" como el "Sertosa 32" y el "Ría de Vigo", realizaron sucesivos intentos de dar remolque, hasta que finalmente, y tras haber embarcado 3 técnicos de salvamento, 5 tripulantes del buque y un inspector de la Capitanía Marítima de Coruña, a las 1140 , cuando el buque estaba a 4'5 millas de la costa, se hizo definitivamente firme el remolque desde el buque de salvamento "Ría de Vigo" y el tren de remolque comenzó a alejarse lentamente de la costa.

A las 1430 , el buque arrancó su motor propulsor y, a las revoluciones que indicó el Capitán del "Prestige", el tren de remolque se alejó más rápidamente de la costa española.

En ese momento, estaban a unas 12 millas de la tierra más próxima. Según lo manifestado posteriormente por el citado Inspector de la Capitanía Marítima de La Coruña, observó importantes deficiencias en cuanto al estado de conservación de los equipos de la Cámara de Máquinas, fundamentalmente en lo que se refiere a los equipos esenciales para el funcionamiento del motor. Concretamente: un grupo electrógeno fuera de servicio, auxiliares en malas condiciones, de los 2 compresores de aire, uno fuera de servicio y otro con su capacidad reducida, baja presión del aceite de lubricación a consecuencia del estado de los filtros, impulsores de las bombas de inyección rotos, etc..

Finalmente, el día 19 el buque se partió en 2 partes y se hundió en una profundidad de unos 3.500 metros a una distancia de unas 135 millas de la costa española, en situación 42º 12' N, 012º 03´ W. 1.5

Daños en el buque.

Contaminación.

En sus declaraciones en la Capitanía Marítima de La Coruña, los tripulantes del "Prestige" manifestaron que, tras escuchar un fuerte ruido y una sacudida violenta, el buque comenzó a escorar rápidamente y su motor se paró. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que el Convenio Internacional SOLAS, en su Capítulo II-1 Regla 26.6, exige que las máquinas propulsoras principales responderán a un proyecto tal que puedan funcionar con ángulos de escora de 15 grados en estado estático y 22'5 en estado dinámico. Estos mismos tripulantes manifestaron haber observado signos de contaminación por la banda de estribor. Todo indica que inicialmente se produjo una abertura en el casco a la altura de los tanques laterales de lastre , vacíos en ese momento, que permitió la entrada masiva de agua del mar en dichos tanques ocasionando al buque una súbita e importante escora, de forma que, en breves instantes, parte de la cubierta principal del buque quedó sumergida. A lo largo de su tránsito por el DST navegaban próximos al "Prestige" varios buques (el "Northern Navigator", el "SKS Tana", el "MSC Flaminia", el "Walili" y el "Trade Hallie"), que consultados por esta Comisión reportaron no haber observado ninguna anomalía en la navegación del "Prestige", ni objetos extraños en la mar ni derrame de ningún tipo. Concretamente el buque "Northern Navigator" que había adelantado al "Prestige" en el DST de Finisterre sobre las 1200 del día 13, informó que las condiciones meteorológicas eran muy malas, que no había observado ninguna deficiencia ni ninguna contaminación ni ningún objeto flotando. Y que a las 1424 había recibido una señal de socorro, por lo que informó al CZCS Finisterre, y este le comunicó que se dirigiera a la zona de rescate del "Prestige", a la cual llegó a las 1530 e informó que "el "Prestige" tenía una escora a estribor de 30-40º , las máquinas paradas, las luces de navegación encendidas, ambos radares funcionando y la tripulación reunida en la parte de popa esperando su rescate y que era visible una gran mancha de contaminación. Posteriormente, a las 1715 continuó el viaje siguiendo instrucciones del CZCS Finisterre.

A las 1500 del día 13 de noviembre, el buque "Walili", que se encontraba a media milla del "Prestige", informó, a requerimiento del CZCS de Finisterre que la antena del radar del buque estaba funcionando y que había humo saliendo de la chimenea. A las 1520 , el "Walili" contactó con el helicóptero de salvamento "Pesca I", al que informó de la existencia de una pequeña estela de contaminación. Posteriormente, a las 1548, el CZCS de Finisterre preguntó al helicóptero de salvamento "Helimer Galicia" si apreciaba algún tipo de contaminación, informando su piloto que había una mancha bastante espesa, de aproximadamente 1 milla, al Oeste del buque. Por otra parte, a las 1724 el helicóptero de

salvamento "Pesca II" informó al CZCS de Finisterre de que le parecía que el buque estaba perdiendo crudo (por fuel-oil) de forma importante por el costado. A las 2001 , en comunicación con el CZCS, desde el "Prestige", se indicó que probablemente se había roto el mamparo divisorio entre el tanque central nº 3, cargado de fueloil, y el tanque lateral nº 3 de estribor, que iba vacío inicialmente, aunque ya en conexión directa con la mar. Téngase en cuenta que los balances y cabezadas del buque producidos por las condiciones meteorológicas reinantes y su escora, hacían que la carga produjera una sobrepresión en mamparos y cubierta, capaces de provocar el colapso de elementos estructurales internos. El día 15 de noviembre de 2002, en su informe de actividad diaria, el coordinador de salvamento de la empresa de salvamento contratada por el Armador (Smit Salvage) informó que, a las 0200 , el estado del buque era como sigue: Tanque de lastre nº 3 Er., plancha lateral perdida, tanque abierto a la mar. Mamparo entre tanques de lastre nº 2 y 3 Er., dañado Mamparo entre tanque de carga nº 3 central y tanque de lastre nº 3 Er., averiado y derramando carga al tanque de lastre y a la mar. Varias tapas de aberturas para butterworth, perdidas. El "Prestige" finalmente se partió en dos hundiéndose la parte de popa el día 19 de noviembre de 2002 a las 1045 en situación, latitud 42º-12,6' norte y longitud 012º-03' oeste, y la parte de proa el mismo día a las 15h 45m en latitud 42º-18,8' norte y longitud 012º-03,6' oeste, en profundidad aproximada de 3.200 y 3.600 metros respectivamente

Certificación y equipo del buque

El buque había sido inspeccionado en varias ocasiones en el marco del Memorando de París (MOU) en los años 1998 y 1999. La última inspección llevada a cabo en el fue en Rotterdam (Holanda) el 1 de septiembre de 1999. El buque había efectuado su reconocimiento especial número cinco (en seco) en los astilleros de Guangzhou (República Popular China) entre el 2 de abril y el 19 de mayo del año 2001. Posteriormente había pasado el último reconocimiento anual obligatorio (a flote) en Dubai entre el 15 y el 25 de mayo de 2002. En relación con la visita a astilleros de Guangzhou, en la que se llevó a cabo el reconocimiento especial número cinco que comenzó con la puesta en seco del buque, la Sociedad de Clasificación ABS informó que las reparaciones más importantes se realizaron en los tanques laterales nº 2 y 3, babor y estribor. En total se sustituyeron 362 toneladas de acero aproximadamente. El Certificado Internacional de Prevención de la Contaminación por Hidrocarburos (Certificado IOPP), expedido en virtud del Convenio MARPOL, le fue renovado tras el reconocimiento efectuado en Guangzhou. No obstante, de los dos Suplementos de que debía constar (uno por cada tipo de operación del buque, es decir uno de "lavado con crudo" y otro de "lastre limpio"), en el Certificado figuraba solamente el de "lavado con crudo" de acuerdo con las manifestaciones del American Bureau of Shipping (ABS). En el reconocimiento anual de Dubai, que comprendía asimismo una inspección de casco, la Sociedad de Clasificación solamente indica que se llevó a cabo a satisfacción de los inspectores. Tras dicho reconocimiento le fueron renovados los Certificados pertinentes (25 de mayo de 2002). Las últimas

inspecciones de Control por el Estado de puerto en el marco del MOU, fueron muy seguidas en el tiempo, pero tras la realizada en septiembre de 1.999, no fue inspeccionado en más ocasiones ya que el buque no había recalado en puertos cuyo país fuera signatario del citado Memorando.

Es de destacar que de acuerdo con la información recibida de la empresa REPSOL YPF, esta compañía sometió al buque a una inspección de prueba o examen previo (vetting) el 20 de enero de 1.997 cuyo resultado fue de "DESCALIFICADO", lo que significa que no cumplía con los estándares de la empresa para ser fletado por la misma.

Titulación de los tripulantes.

La tripulación del "Prestige" constaba de veintisiete miembros de los cuales el Capitán y el Jefe de Máquinas eran de nacionalidad griega, un tripulante, rumano y los otros veinticuatro, filipinos. A tenor de la información facilitada por la Capitanía Marítima de La Coruña, la tripulación del buque cumplía con las exigencias de disponibilidad de títulos del Convenio STCW 78, en su versión enmendada. La Directiva 2001/25/CE en materia de formación marítima, no le era aplicable a este buque, ya que estaba abanderado en un Estado no miembro de la Unión Europea. En cuanto a las condiciones laborales del buque, y a tenor del número de tripulantes, parece que son suficientes para cumplir con la normativa internacional en materia de jornadas de trabajo (Convenio STCW 78 en su versión enmendada). No obstante, a la vista de los datos obrantes en esta Comisión, el número de horas extraordinarias realizadas por los tripulantes del buque, no permitía el cumplimiento de la normativa internacional

Condiciones meteorológicas.

En el momento del accidente soplaba viento del suroeste de fuerza 8 a 9 de la escala de Beaufort y el estado de la mar era de mar gruesa. La visibilidad era regular. La información del Instituto Nacional de Meteorología, en dicho momento coincide en este sentido con las observaciones de los tripulantes de los buques de salvamento en la zona.

Información obtenida de la tripulación. Los tripulantes del "Prestige" manifestaron que "el tiempo era muy malo, que notaron un extraño ruido, posiblemente el impacto de una ola contra el casco (Primer Oficial de cubierta y Bombero) y el buque comenzó a escorar. El Primer Oficial declaró que sobre las 1530 surgía fuel del tanque nº 3 estribor, aunque ignoraba si era sobre o debajo del agua y que se paró el motor. No hay coincidencia en las declaraciones de la rapidez con que el buque escoró. Mientras un tripulante dice que fue progresiva y lenta, hay dos que manifiestan que fue muy rápida. El Jefe de

Máquinas declaró que el motor se paró debido a la escora, después de haber oído un fuerte ruido, y que inmediatamente bajó a la cámara de máquinas y arrancó de nuevo el motor, abandonando seguidamente la cámara de máquinas. Y que posteriormente el motor volvió a pararse por la misma razón. No existe concordancia en las declaraciones de los tripulantes sobre el tiempo que permaneció la máquina funcionando tras esta arrancada. Solamente que el motor se paró de nuevo. A juicio de esta Comisión, y con los datos disponibles, parece que el período de tiempo de funcionamiento del motor una vez arrancado por el Jefe de Máquinas, debió ser breve ya que las causas que ocasionaron la parada inicial del motor, permanecieron inalterables; lo cual coincide fundamentalmente con lo manifestado por el Jefe de Máquinas. Según declaraciones del Bombero en la Capitanía Marítima de La Coruña, éste, junto con el Primer Oficial, tras la alarma general de emergencia, abrieron las válvulas necesarias para poder llenar por gravedad los tanques laterales de lastre nº 2 y 3 de babor, al objeto de adrizar el buque. Algunos tripulantes comentaron la situación de pánico generada en el buque en el momento del accidente, y todos los entrevistados hicieron hincapié en el mal tiempo reinante. El Jefe de Máquinas y el Bombero, manifestaron asimismo que en abril/mayo de 2001 estuvieron en dique en China y se cambiaron mamparos de los tanques de lastre 2 y 3 babor y estribor y las chapas de fondo de ambos tanques así como las chapas de fondo del pique de proa. De la documentación con la que cuenta esta Comisión se deduce que, ni el Capitán ni los Oficiales del buque pusieron en conocimiento de la Administración Marítima española los datos de la persona designada en tierra a efectos del Código de Gestión de Seguridad (ISM). Llama la atención en las manifestaciones de los tripulantes que algunos no sabían quién era el armador, siendo unos reclutados por Laurel Shipping y otros por Universe Maritime. No existen informaciones adicionales dignas de mención en las declaraciones de los tripulantes, a falta de las declaraciones del Capitán. A este respecto, se señala que, al encontrarse el Capitán a disposición del Juzgado de Corcubión, la Comisión ha solicitado en dos ocasiones al Juez de Instrucción, que autorice a la Comisión para poder entrevistarle, sin que hasta la fecha del presente informe, dicho Juez se haya pronunciado.

Hechos

El buque en su viaje de Letonia a Gibraltar-órdenes comunicó con el CZCS Finisterre a su llegada al DST de Finisterre. El buque navegaba aparentemente en condiciones normales de operación. El accidente se notificó a la salida de la vía de circulación Sur del DST de Finisterre. En el momento de pedir socorro se encontraba navegando al rumbo 180º con una velocidad de unos 5 nudos. El viento era del SW fuerza 8 a 9 Beaufort rolando hacia el W y NW. La mar muy gruesa. Por las manifestaciones de la tripulación se sabe que el buque, tras escucharse un ruido indeterminado, se escoró pronunciadamente a

estribor y su motor se paró. Desde el buque se solicitó auxilio inmediato mediante "llamada selectiva digital". El rescate de la tripulación fue llevado a cabo por dos helicópteros de salvamento, permaneciendo a bordo a petición propia, el Capitán, el Jefe de Máquinas y el Primer Oficial. El primer indicio de contaminación lo reporta el buque "Walili" aproximadamente una hora después del MAYDAY, indicando que hay una pequeña mancha detrás del "Prestige". Aproximadamente hora y media después del MAYDAY, el helicóptero de Salvamento "Helimer Galicia" informa de una mancha de una dimensión aproximada de una milla al oeste del buque. Posteriormente, cuatro horas y media después del MAYDAY, el helicóptero de salvamento "Pesca II" informó de una contaminación importante procedente del buque. El buque había estado efectuando funciones de pontona (almacén flotante) en San Petersburgo (Rusia) durante los 4 meses anteriores al viaje del siniestro. En su última reparación cuatrienal el buque renovó gran parte de material de los tanques 2 y 3.

En la misma, como el tipo de perfiles usados originalmente en la construcción del buque (perfiles en "L") no estaban disponibles para la renovación de los refuerzos longitudinales, fueron fabricados soldándolos manualmente, con la aprobación de los inspectores del ABS. También en dicha reparación cuatrienal, los espesores de las planchas sustituidas eran, en algunos casos, menores que los originales, aunque dentro de la disminución permitida por el ABS. En su última reparación anual no se inspeccionaron los tanques 2 y 3 de lastre, que por ser adyacentes a tanques con calefacción, deberían haberse inspeccionado. La zona de avería sufrida por el buque se corresponde principalmente con la zona de la reparación efectuada en astilleros en su último reconocimiento cuatrienal. Posteriormente el buque perdió gran parte de sus planchas de costado pertenecientes a los tanques 2 y 3 de estribor.

Se puede afirmar que las posibles causas de la avería que inició el accidente podrían haber sido:

- Impacto de/con objetos flotantes en la zona afectada del casco.
- Impacto de/con las olas en la zona afectada del casco.
- Explosión interna
- Fallo estructural

Normativa

Convenio IMDG 1965, edición 2008

Código IMDG o Código marítimo internacional de mercancías peligrosas Código se acepta como una guía internacional para el transporte seguro o el envío de mercancías peligrosas. El Código IMDG está

destinado a proteger a los miembros de la tripulación y para prevenir la contaminación del mar en el transporte seguro de materiales peligrosos Se recomienda a los gobiernos para la adopción o para su uso como base para la reglamentación nacional.
La aplicación del Código es obligatorio en relación con las obligaciones de los miembros del gobierno de la nación unida en virtud del Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar (SOLAS) y el Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques (MARPOL 73/78) . Está diseñado para ser utilizado no sólo por el navegante, sino también por todos los que participan en las industrias y servicios relacionados con el transporte. Contiene consejos sobre terminología, embalaje, etiquetado, rotulación, marcas, estiba, segregación, manejo y respuesta de emergencia. El Convenio SNP cubre sustancias nocivas y potencialmente peligrosas que se incluyen en el código IMDG.
El código se actualiza y mantenido por el Subcomité de la Organización Marítima Internacional, cada 2 años.
El código IMDG International Maritime Dangerous Goods, establece las medidas a tomar, durante la carga, transporte y descarga de mercancías peligrosas. Para el buen cumplimiento del reglamento y la ausencia de contradicciones, el IMDG tiene que unificar ciertos aspectos con el ADR 2009 (Acuerdo Europeo sobre Mercancías Peligrosas por Carretera), RID 2007 (Reglamento relativo al Transporte Internacional por Ferrocarril de Mercancías Peligrosas) y el OACI 2006 (Instrucciones Técnicas para el transporte sin riesgos de mercancías peligrosas por vía aérea)

En el convenio SOLAS del 1960 se recomendó el desarrollo de un anexo con un reglamento internacional para el transporte de mercancías peligrosas por mar. Tendría que hacer referencia a la mercancía empaquetada, a la containerización, estiba y en particular a la segregación de mercancías incompatibles.
Un equipo del comité de Seguridad de la OMI junto a expertos de las Naciones Unidas en transporte de mercancías peligrosas preparó el convenio en 1961. Los mismos expertos que en 1956 editaron las exigencias mínimas para el transporte de mercancías peligrosas en cualquier modo de transporte.
Las mercancías peligrosas son divididas en clases y estas últimas están subdivididas en números. Las clases agrupan mercancías con características parecidas y riesgos semejantes. La parte que más se usa del código es la lista de mercancías peligrosas que especifica todas las propiedades de cada una de las más de 3000 mercancías peligrosas que describe

El Código IMDG fue formulado en la cuarta Asamblea de la OMI en 1965. Según el Código IMDG las mercancías peligrosas se clasifican en diferentes clases y subclases y las características y propiedades de las sustancias, materiales y objetos que entren en cada clase o división se enumeran en la lista de mercancías peligrosas, con la clase y los requisitos específicos. La clasificación tiene que ser hecho por el cargador / expedidor o por la autoridad competente apropiada, donde se especifica en el Código. Los materiales peligrosos se clasifican en el anexo I diferencian las mercancías peligrosas en 3 grupos según

el riesgo que entrañen al ser empaquetadas. No entran en la clasificación los productos de clase 1, 2, 6.2 y 7.

- Grupo I Gran peligro
- Grupo II Peligro medio
- Grupo III Leve peligro

El IMDG se implementó con la guía EMS sobre procedimientos para responder a una emergencia en buque que transportan mercancías peligrosas, y tiene como propósito de enseñar a luchar contra fuegos y vertidos de productos del código IMDG.

Según el IMDG las mercancías peligrosas se clasifican en 9 clases:

- Clase 1 Explosivos
- Clase 2 Gases
- Clase 3 Líquidos inflamables
- Clase 4.1 Sólidos inflamables
- Clase 4.2 Substancias de combustión espontaneas
- Clase 4.3 Substancias peligrosas con contacto al agua
- Clase 5.1 Substancias oxidantes
- Clase 5.2 Peróxidos orgánicos
- Clase 6.1 Substancias toxicas
- Clase 6.2 Substancias infecciosas
- Clase 7 Material radioactivo
- Clase 8 Substancias corrosivas
- Clase 9 Substancias y objetos peligrosos varios

Convenio CLC 69

International Convention on Civil Liability for Oil Pollution Damage (CLC)

El Convenio de Responsabilidad Civil se adoptó para garantizar que la compensación adecuada para las personas que sufren daños debidos a contaminación por hidrocarburos resultante de accidentes marítimos con buques petroleros de transporte.

Sujeto a una serie de excepciones específicas, esta responsabilidad es estricta; es deber del propietario de demostrar en cada caso que alguna de las excepciones deben de hecho operar. Sin embargo, salvo que el titular haya cometido una falta concreta, le pueden limitar la responsabilidad con respecto a cualquier incidente.

La Convención exige a los buques cubiertos por el convenio mantener un seguro u otra garantía financiera en sumas equivalentes a la responsabilidad total del propietario en caso de que ocurra algún incidente.

El Convenio se aplica a todos los buques de navegación marítima pero carga el peso en aquellos que transporten hidrocarburos a granel como carga, pero sólo los buques que transporten más de 2.000 toneladas de aceite para mantener seguros por los daños de contaminación por hidrocarburos.

Esto no se aplica a los buques de guerra u otros buques de propiedad u operados por un Estado y utilizados por el momento por servicios no comerciales del Gobierno.
La Convención, sin embargo, se aplica respecto de las disposiciones sobre responsabilidad y jurisdicción, a los buques propiedad de un Estado y utilizados con fines comerciales.
La única excepción en lo relativo a dichos buques es que ellos no están obligados a tener un seguro. En su lugar, deben llevar un certificado expedido por la autoridad competente del Estado de matrícula que indica que la responsabilidad del buque en virtud de la Convención está cubierto.

El Convenio cubre los daños por contaminación resultante de derrames de hidrocarburos persistentes sufridas en el territorio (incluido el mar territorial) de un Estado Parte en la Convención. Es aplicable a los buques que efectivamente transportan hidrocarburos a granel como carga, es decir, los petroleros generalmente cargados. Los derrames de petroleros en lastre o bunker derrames de buques que no sean distintos de los petroleros no están cubiertos,. El propietario del buque no puede limitar la responsabilidad si el incidente se produjo como consecuencia de culpa personal del propietario.

El Protocolo de 1976, que entró en vigor en 1981, a condición de que la unidad de cuenta utilizada aplicable bajo la convención que se basa en los Derechos Especiales de Giro (DEG) que el utilizado por el Fondo Monetario Internacional (FMI), en sustitución de la del "Poincaré franco ", basado en el" valor oficial "de oro, como la unidad de aplicación de la cuenta.

El Protocolo de 1984 aumentó los límites de responsabilidad, pero fue reemplazado por el Protocolo de 1992.

Los límites de compensación se establecieron como sigue:

- Para un buque que no exceda de 5.000 toneladas de arqueo bruto, la responsabilidad está limitada a 3 millones de DEG
- Para un barco de 5.000 a 140.000 toneladas de registro bruto: La responsabilidad está limitada a 3 millones de DEG más 420 DEG por cada unidad adicional de tonelaje
- Para un barco de más de 140.000 toneladas brutas: responsabilidad se limita a 59,7 millones de DEG.

El protocolo de 1992 también amplió el ámbito de aplicación de la Convención para cubrir los daños por contaminación causados en la zona económica exclusiva (ZEE) o zona equivalente de un Estado Parte. El Protocolo cubre daños ocasionados por contaminación que antes, pero la indemnización los daños ambientales se limita a los gastos ocasionados por las medidas razonables de restauración del medio ambiente contaminado. También permite a los gastos ocasionados por las medidas preventivas que deben recuperarse, incluso cuando no se produce un derrame de hidrocarburos, siempre que era grave e inminente amenaza de daños por contaminación.

El Protocolo también extendió la Convención de cubrir los derrames de buques marítimos construidos o adaptados para transportar hidrocarburos a granel como carga para que se aplique se aplica tanto a los buques cisterna cargado y descargado, incluyendo derrames de combustible de esos buques.

Bajo el Protocolo de 1992, un armador no puede limitar la responsabilidad si se prueba que los daños por contaminación resultante de una acción u omisión del propietario del buque, con intención de causar esos daños, o temerariamente ya sabiendas de que tales daños probablemente causaría.

Desde el 16 de mayo de 1998, las Partes en el Protocolo de 1992 dejaron de ser Partes en el CRC de 1969 debido a un mecanismo de denuncia obligatoria del régimen "viejo" establecida en el Protocolo de 1992. Sin embargo, hay un número de Estados que son Partes en el CRC de 1969 y todavía no han ratificado el régimen de 1992 - que está destinado a reemplazar con el tiempo el CRC de 1969.

El Protocolo de 1992 permite a los Estados Parte en el Protocolo de 1992 para emitir certificados a los buques matriculados en Estados que no sean Parte en el Protocolo de 1992, por lo que un armador puede

obtener certificados tanto para el 1969 y 1992 CLC, incluso cuando la nave está registrada en un país que aún no ha ratificado el Protocolo de 1992. Esto es importante porque un barco que sólo tiene un CLC 1969 puede tener dificultades al comercio de un país que ha ratificado el Protocolo de 1992, ya que establece los límites de responsabilidad más elevados.

.

Convenio INTERVENCION 69

International Convention Relating to Intervention on the High Seas in Cases of Oil Pollution Casualties, 1969
Adoption: 29 November 1969; Entry into force: 6 May 1975

La Convención afirma el derecho de un Estado ribereño a tomar medidas en alta mar que sean necesarias para prevenir, mitigar o eliminar un peligro para sus costas o intereses conexos de la contaminación por petróleo o la amenaza del mismo, a raíz de un siniestro marítimo.

El Estado ribereño está, sin embargo, la facultad de tomar sólo las medidas que sean necesarias, y después de las debidas consultas con los intereses correspondientes, incluyendo, en particular, el Estado o Estados del pabellón del buque o buques involucrados, los propietarios de los buques o cargamentos en cuestión y, cuando las circunstancias lo permitan, los expertos independientes designados para este fin.

Un Estado ribereño que toma medidas más allá de las permitidas en virtud del Convenio está obligado a pagar una indemnización por los daños causados por esas medidas. Se ha previsto la solución de controversias que surjan en relación con la aplicación de la Convención.

El Convenio se aplica a todos los buques de navegación marítima, excepto los buques de guerra u otros buques de propiedad u operados por un Estado y utilizados a servicios no comerciales del Gobierno.

La Convención de 1969 Intervención aplica a siniestros que hayan sufrido contaminación por hidrocarburos. En vista de la cantidad cada vez mayor de otras sustancias químicas, principalmente, realizadas por los buques, algunos de los cuales, si se liberan, causar peligro grave para el medio marino, la Conferencia de Bruselas 1969 reconoció la necesidad de extender la Convención para cubrir sustancias distintas de los hidrocarburos .

El 1973 Conferencia de Londres sobre la Contaminación del Mar por lo tanto, adoptó el Protocolo relativo a la intervención en alta mar en casos de contaminación del mar por sustancias distintas de los hidrocarburos. Esto amplió el régimen de la Convención de 1969 de Intervención a las sustancias que figuran ya sea en el anexo del Protocolo o que tienen características sustancialmente similares a aquellas sustancias.

El Protocolo de 1973 entró en vigor en 1983 y ha sido modificado posteriormente para actualizar la lista de sustancias que se le atribuye.

Convenio MARPOL 73/78, edición 2009

Sus precursores fueron la Conferencia Internacional para controlar la descarga de hidrocarburos al mar en Washington DC en 1929, el Convenio internacional para la prevención de la contaminación de la mar por hidrocarburos (OILPOL 54) y el Convenio internacional para la prevención de la contaminación de los buques MARPOL 73.

El accidente del Torrey Canyon en el 1967 levanto mucha polémica y provoco la elaboración del MARPOL 73. Fue redactado entre el 8 de octubre y el 2 de noviembre de 1973. EL protocolo I (reportaje de incidentes relacionados con mercancías peligrosas) y el protocolo II (Arbitrariedad) fueron adoptados en la misma conferencia. Esta primera edición fue modificada por el protocolo de 1978, adoptado por la conferencia internacional de seguridad y prevención de la contaminación en buques tanque (Conferencia TSPP) del 6 al 17 de Febrero de 1978.

Gracias a esta modificación sustancial el convenio paso a denominarse, "MARPOL 73/78". Las regulaciones sobre todo tipo de contaminación de buques están contenidas en los primeros cinco anexos. En 1997 le fue añadido el sexto anexo sobre contaminación atmosférica.

El Comité de Protección del medio ambiente marino (MEPC) fue creado en 1974. Su objetivo es enmendar las regulaciones del MARPOL en los aspectos difíciles de implementar en la flota mundial y uniformar las ambigüedades que puede presentar el texto aprobado. El convenio entro en vigor el 8 de Octubre de 1983.

Contenido

El MARPOL (Maritime Pollution) es el convenio más importante y básico en prevención de la contaminación por buques de la marina mercante. El convenio está estructurado de la siguiente forma.

Protocolo I- Disposiciones relativas a los informes sobre sucesos relacionados a sustancias peligrosas

El protocolo fue adoptado el 2 de noviembre de 1973 y se enmendó:

- Enmiendas de 1985 (resolución MEPC.21 (22)) que entraron en vigor el 6 de Abril de 1987.
- Enmiendas de 1996 (resolución MEPC.68 (38)) sobre el articulo II (1), que entró en vigor el 1 de Enero de 1998.

ANNEX I: Contaminación por hidrocarburos
ANNEX II: Sustancias nocivas líquidas
ANNEX III: Sustancias perjudiciales transportadas en bultos
ANNEX IV: Aguas Sucias
ANNEX V: Basuras
ANNEX VI: Contaminación atmosférica
ANNEX VII: Gestión del agua de lastre

Anexo I - Regulaciones para la prevención de la contaminación por hidrocarburos

El anexo I obliga a los estados a disponer de facilidad de recepción de lastres sucios y residuos de hidrocarburos. Entró en vigor el 2 de Octubre de 1983 y ha sido enmendado en varias ocasiones por el MEPC, que han entrado en vigor como posteriormente se indica:
Este prohíbe toda descarga de hidrocarburos al mar a menos:

a) La cantidad no excede de 1/15.000 de la capacidad de carga de los buques tanque
b) Ritmo de descarga máximo de 60 litros/milla
c) A más de 50 millas de la costa

Se obliga también a llevar un registro de todos los movimientos con hidrocarburos.
En el protocolo de 1973 se pasó de 1/15.000 a 1/30.000, y en el mismo se declararon zonas especiales donde no se puede descargar nada los mares Mediterráneo, Negro, Báltico, Rojo y los Golfos. Por lo que los buques se tuvieron que dotar de instalaciones de control y monitoreo del aceite de descarga, filtros, tanques de decantación.
El Protocolo del 1978 exigió tanques de lastre separados de los tanques de carga. Se aceptó el lavado con crudo (COW) y se les exigió a los buques tanque nuevos. A los buque ya existentes se les hizo una prórroga de cuatro años, permitiendo que algún tanque anteriormente de carga, ahora se utilizara exclusivamente para el lastre. De todos estos cambios quedaron exentas las gabarras de consumo de puerto.

Las enmiendas de 1992 obligaron al doble casco con un calendario para los buques ya existentes. Se revisó en 2001 y 2003.
Este Anexo es el más extenso y se divide por siete capítulos: Generalidades, Reconocimiento y certificación, Prescripciones para espacios de máquinas, Prescripciones para zonas de descarga de petroleros, Prevención de la contaminación por hidrocarburos, Instalaciones de recepción y Prescripciones para plataformas fijas o flotantes.

La regla más significativa es la antigua regla 13 que ahora ha derivado en la: regla 18 ―tanques de lastre separados‖, la regla 19 ―Prescripciones relativas al doble casco y al doble fondo aplicables a los petroleros entregados a partir del 6 de julio de 1996‖ y la regla 20 ―Prescripciones relativas al doble casco y al doble fondo aplicables a los petroleros entregados antes del 6 de julio de 1996‖.
- Enmiendas 1984 (resolución MEPC.14 (20)) sobre controles durante la descarga de hidrocarburos, durante la retención a bordo y durante el bombeo, subdivisiones y estabilidad, que entró en vigor el 7 de Enero de 1986.
- Enmiendas 1987 (resolución MEPC.29 (25)) designación del Golfo de Adén como zona especial, que entró en vigor el 1 de Abril de 1989.
- Enmiendas 1990 (resolución MEPC.39 (29)) sobre la introducción de un sistema normalizado en el sistema de inspección y certificación, que entró en vigor el 3 de Febrero de 2000.
- Enmiendas 1990 (resolución MEPC.42 (30)) sobre la designación de la Antártida como zona especial, que entró en vigor el 17 de Marzo de 1992.
- Enmiendas 1991 (resolución MEPC.47 (31)) sobre la nueva regulación 26, sobre el Plan de Emergencia contra la contaminación por hidrocarburo a bordo, que entró en vigor el 4/Abril/1993.- Enmiendas 1992 (resolución MEPC.51 (32)) sobre criterios de descarga, que entró en vigor el 6 de Julio de 1993.

- Enmiendas 1992 (resolución MEPC.52 (32)) sobre las nuevas regulaciones 13F y 13G, que entró en vigor el 6 de Julio de 1993.
- Enmiendas 1994 (resolución 1 adoptada el 2 de Noviembre de 1994) sobre el port State control, que entró en vigor el 3 Marzo de 1996.
- Enmiendas 1997 (resolución MEPC.75 (40)) sobre la designación de las aguas del NW de Europa como zona especial 25A, que entró en vigor el 1 de Febrero de 1999.
- Enmiendas 1999 (resolución MEPC.78 (43)) sobre enmiendas a la regulación 13G y 26 y el certificado IOPP, que entró en vigor el 1 de Enero de 2001;
- Enmiendas 2001 (resolución MEPC.95 (46)) sobre enmiendas a la regulación 13G, que entró en vigor el 1 de Setiembre de 2002.
- Enmiendas 2003 (resolución MEPC.111 (50)) sobre enmiendas a la regulación 13G y la nueva 13H, que entró en vigor el 5 de Abril de 2005.

- Enmiendas 2004 (resolución MEPC.117 (52)) sobre la revisión del Anexo I, que entró en vigor el 1 de Enero de 2007.
- Enmiendas 2006 (resolución MEPC.141 (54)) sobre las regulaciones 1, 21 y 12A, que entró en vigor el 1 de Agosto de 2007.
- Enmiendas 2007, para el Anexo I al incluir la regla 38.2.5, sobre instalaciones de recepción fuera de áreas especiales, mención de la obligación de proporcionar instalaciones de respeto en área de carga de petroleros, entró en vigor el 1 de diciembre de 2008.

Análisis del Anexo I del MARPOL

El Consejo Nacional de Investigación Marina de los Estados Unidos realizó un estudio y mostró que en 1981 aproximadamente 1.470.000 toneladas de hidrocarburos entraron en los océanos de todo el mundo como resultado de operaciones de transporte marítimo. La mayor parte proviene de operaciones rutinarias, como pueden ser las descargas de desechos procedentes de maquinaria y de las aguas de lavado de los tanques de los petroleros (sólo estas últimas supusieron unas 700.000 toneladas). Un 30% se relacionaba con la contaminación accidental.
Se estima que para 1989 la contaminación de hidrocarburos procedentes de los buques quedó reducida a 568 800 toneladas. Las operaciones de los buques tanque contribuyeron solamente unas 158 000 toneladas del total (28%).
Es más, aunque el Protocolo de 1978 no entró en vigor hasta 1983, ya se habían implantado muchas de sus prescripciones. El "sistema de carga sobre residuos", por ejemplo, fue implantado en 1978 y se instaló en muchos buques tanque ya que reducía la cantidad de hidrocarburos que se desperdiciaban durante las operaciones rutinarias y por tanto aumentaba los beneficios. Las definiciones de "buque nuevo" y "buque tanque nuevo" incluidas en el Convenio original de 1973 y el Protocolo de 1978, implicaban que todos los buques tanque construidos después de esas fechas ya cumplían con las prescripciones del MARPOL 73/78.
Hoy en día, los buques tanque transportan aproximadamente 1 800 millones de toneladas de petróleo crudo por mar en todo el mundo, que incluyen el 50% de las importaciones de hidrocarburos de Estados Unidos (petróleo crudo y producto refinado).

Las medidas del MARPOL introducidas tras accidentes importantes han contribuido a que en la actualidad sea más probable que un buque tanque esté bien construido y opere satisfactoriamente.
El hecho de que las medidas del MARPOL se han adoptado tras graves accidentes no es necesariamente algo negativo. El impacto de la opinión pública sobre las manchas por hidrocarburos o los conglomerados de alquitrán en las playas ha llevado a que los principales transportistas de crudo en el mundo deseen

invertir en medidas de seguridad y prevención contra la contaminación, ya que un accidente, además de sus costos en términos de vidas humanas o físicos, puede costarles mucho en mala publicidad.
Los estudios muestran claramente que la OMI ha tenido un papel muy importante en la reducción de la contaminación por los buques: la cual ha pasado de más de 2.000.000 de toneladas en 1973 a 500 000 toneladas en 1990. La clave de la mejora ha consistido en reducir la contaminación operacional, a través de medidas como el sistema de carga sobre residuos y el lavado con crudos.

Mejoras del Anexo I

La prevención de la contaminación por hidrocarburos no será perfecta hasta que se consiga verter cero toneladas de crudo al mar. Por lo que todos los sistemas, máquinas y operaciones tienen que seguir mejorando hasta conseguirlo.
De la misma manera, necesitamos estaciones de recepción y tratamiento de residuos por todo el mundo, pues El MARPOL limita en gran medida la descarga de desechos en el mar y, en algunas zonas, la prohíbe terminantemente; pero si faltan medios de recepción en los puertos, los capitanes de buques deben evacuar los desechos de alguna otra manera y la tentación es hacerlo ilegalmente, con la esperanza de que nadie se entere.
La OMI viene ocupándose del problema de la insuficiencia de instalaciones de recepción y el CPMM está examinando en la actualidad los mejores mecanismos de financiación de las instalaciones de recepción portuarias. También participa en un número de proyectos de cooperación técnica para ayudar a los países en desarrollo a implantar las prescripciones del MARPOL.

Anexo II - Regulaciones para la prevención de la contaminación por sustancias nocivas liquidas

El transporte por mar de productos químicos líquidos a granel se desarrolló en paralelo al número cada vez mayor de derivados de petróleo producidos por las refinerías. Los buques quimiqueros se han desarrollado a la par de la industria química desde la Segunda Guerra Mundial. En un principio, los petroleros se adaptaron para transportar productos químicos líquidos, mediante la instalación de tanques especiales, dobles fondos y medios estructurales y de tuberías.
Pero a medida que la gama de productos químicos aumentó, los quimiqueros se hicieron más complejos. A principios de la década de 1960, aparecieron los primeros quimiqueros construidos especialmente para

ese propósito: proyectados para ofrecer máxima protección a la carga y a la tripulación, dada la naturaleza de los productos químicos que transportaban. Los quimiqueros son por regla general más pequeños en tamaño que los petroleros, y su arqueo bruto puede variar desde 500 a 40 000 toneladas, son a menudo de construcción muy compleja y están proyectados para transportar diferentes sustancias a un mismo tiempo, cada una con propiedades distintas y a las que es preciso manipular de forma diferente.

Los productos principales químicos que se transportan a granel incluyen los productos químicos pesados, melazas y alcoholes, aceites vegetales y grasas animales, productos petroquímicos y productos de alquitrán de hulla

En octubre de 1971, la Asamblea de la OMI adoptó el Código para la construcción y el equipo de buques que transporten productos químicos peligrosos a granel (Código CIQ). El Código establece prescripciones acerca de la aptitud de los buques para conservar la flotabilidad con avería y sobre la ubicación de los tanques de carga según el tipo de productos transportados.

El Anexo II del Convenio del MARPOL de 1973 se ocupó de prevenir o de reducir al mínimo las descargas operacionales y accidentales de estas sustancias al mar. Estas reglas fueron las primeras en abordar las cuestiones relacionadas con la descarga operacional de productos químicos resultantes de operaciones tales como el lavado de tanques.

En dicho Anexo se clasificaron las sustancias en cuatro categorías, de la A a la D, según el grado de peligrosidad que presentaban para los recursos marinos, la salud humana o para los atractivos naturales.

- **Categoría** A: Sustancias nocivas líquidas que si fueran descargadas en el mar, procedentes de operaciones de limpieza o deslastrado de tanques, supondrían un riesgo grave para la salud humana o para los recursos marinos, o irían en perjuicio grave de los alicientes recreativos o de los usos legítimos del mar, lo cual justifica la aplicación de medidas rigurosas contra la contaminación. Ejemplos: cianhidrina de la acetona, disulfuro de carbono, cresoles, naftaleno y tetraetiloplomo.

- **Categoría** B: Sustancias nocivas líquidas que si fueran descargadas en el mar, procedentes de operaciones de limpieza o deslastrado de tanques, supondrían un riesgo para la salud humana o para los recursos marinos, o irían en perjuicio de los alicientes recreativos o de los usos legítimos del mar, lo cual justifica la aplicación de medidas especiales contra la contaminación. Ejemplos: acrilonitrilo, tetracloruro de carbono, dicloruro de etileno y fenol.

- **Categoría** C: Sustancias nocivas líquidas que si fueran descargadas en el mar, procedentes de operaciones de limpieza o de deslastrado de tanques, supondrían un riesgo leve para la salud humana o para los recursos marinos, o irían en perjuicio leve de los alicientes recreativos o de los

usos legítimos del mar, lo cual exige condiciones operativas especiales. Ejemplos: benceno, estireno, tolueno y xileno.

- **Categoría** D: Sustancias nocivas líquidas que si fueran descargadas en el mar, procedentes de operaciones de limpieza o deslastrado de tanques, supondrían un riesgo perceptible para la salud humana o para los recursos marinos, o irían en perjuicio mínimo de los alicientes recreativos o de los usos legítimos del mar, lo cual exige alguna atención a las condiciones operativas. Ejemplos: acetona, ácido fosfórico y sebo.

- El Anexo también enumeraba "**otras sustancias líquidas"** que no entraban dentro de las categorías A, B, C o D y que por lo tanto no representan ningún perjuicio al ser descargadas al mar tras la limpieza de los tanques o las operaciones de lastre. Estas sustancias incluyen el aceite de coco, el alcohol etílico, las melazas, el aceite de oliva y el vino.

Para facilitar la implementación de dicho anexo, fue sometido a las enmiendas del 1985, por la resolución MEPC.16 (22), respecto al bombeo, drenado y control de las operaciones de carga y descarga. Se obligó cumplir las nuevas enmiendas antes del 6 de Abril de 1987 (resolución MEPC.17 (22)).
- Enmiendas 1989 (resolución MEPC.34 (27)), con las actualizaciones de los apéndices II y III para hacerlo compatible con los capítulos 17/ VI y 18/VII del código IBC y el BCH respectivamente, que entró en vigor el 13 de Octubre de 1990.
- Enmiendas 1990 (resolución MEPC.39 (29)) sobre la introducción de un sistema normalizado en el sistema de inspección y certificación, que entró en vigor el 3 de Febrero de 2000.
- Enmiendas 1992 (resolución MEPC.57 (33)) sobre la designación de la Antártida como zona especial, que entró en vigor el 1 de Julio de 1994.
- Enmiendas 1994 (resolución 1 adoptada el 2 de Noviembre de 1994) sobre el port State control, que entró en vigor el 3 de Mayo de 1996.
- Enmiendas 1999 (resolución MEPC.78 (43)) sobre la adición de la nueva regulación 16, que entró en vigor el 1 de Enero de 2001.
- Enmiendas 2004 (resolución MEPC.118 (52)) sobre la revisión del Anexo II, que entró en vigor el 1 de Enero de 2007.

Análisis al Anexo II del MARPOL

Las descargas al mar estaban permitidas siempre que la cantidad calculada fuera menor al límite establecido por el Convenio, por lo que se procedía a descargar el residuo en la estela del buque, con la condición de que las concentraciones resultantes en el mar no excedieran de un cierto límite. La aplicación de este último criterio requería otros cálculos para poder determinar la velocidad y el régimen adecuado de descarga submarina para el producto químico pertinente.

Pero esto significaba que la operación de un quimiquero que transportase bultos de diferentes productos químicos, de propiedades físicas y en condiciones de temperatura ambiental de una variabilidad considerable, necesitaría de un tripulante dedicado prácticamente a tiempo completo a calcular las cantidades de residuo y a determinar los parámetros de descarga.

Sin embargo, la experiencia demostró que este procedimiento tan complicado podía evitarse si se obligaba a agotar los tanques de forma eficaz hasta alcanzar un nivel de residuos relativamente insignificante durante la descarga. En cuyo caso se podrían descargar al mar esas cantidades pequeñas de residuos sin límites o régimen de descarga.

Otro problema importante del Anexo II estaba relacionado con las instalaciones receptoras, ya que sin ellas no era posible implantar las reglas de forma eficaz. Las instalaciones receptoras para los productos químicos son más caras y complicadas que las diseñadas para la recepción de desechos de hidrocarburos, ya que la gama de desechos es más amplia. Hay poca oportunidad para reciclarlos (al contrario de los desechos de hidrocarburos). Por ello, los gobiernos y las autoridades portuarias se mostraban reacios a proporcionar tales servicios. Se apoyaban en la ambigüedad del convenio en definir si dichas instalaciones debían colocarse en puertos de carga o de descarga.

En las décadas 80 y 90 el cumplimiento de este convenio en alta mar experimento un significativo cambio. Pues al principio dicho cumplimiento dependía exclusivamente de la buena voluntad de los marinos, pero con libros de registro, inspecciones en puerto y vigilancia aérea y satelital del tráfico marítimo la normativa se ha instaurado en todos los buques gracias a la constante preocupación de sanciones y multas.

En la Conferencia de Rio de 1992 destacó la intención de cambiar el sistema de clasificación de 5 categorías (A,B,C,D y otras) en solo tres categorías. Se pretendía juntar las categorías ―D‖ con ―otras‖, y también la ―B‖ con la ―C‖. Además, las categorías ―D‖ y ―otras‖ pasaban de ser descarga ilimitada a descarga limitada con amplio margen.

Anexo III - Regulaciones para la prevención de la contaminación por sustancias perjudiciales transportadas en bultos

El objetivo de las reglas del Anexo III del MARPOL era identificar los contaminantes del mar para poderlos embalar o envasar, y estibarlos a bordo de forma que la posibilidad de contaminación accidental sea mínima, así como ayudar a su recuperación mediante marcas claras que ayuden a distinguirlos de otras cargas menos perjudiciales.

La regla principal sobre la descarga de mercancías perjudiciales estaba clara: "La echazón de las sustancias perjudiciales transportadas en paquetes, estará prohibida a menos que sea necesaria para salvaguardar la seguridad del buque o la vida humana en el mar".

No obstante, en un principio la implantación del Anexo se vio obstaculizada por la falta de una definición clara de las sustancias perjudiciales transportadas en bultos. Esto se solucionó mediante enmiendas al Código marítimo internacional de mercancías peligrosas (Código IMDG en 1865) para incluir los contaminantes del mar. Los cambios principales que afectan hoy en día al Anexo III están relacionados con el Código IMDG y no con el Anexo en sí, pues le quito todo el protagonismo

El Anexo III entró en vigor el 1 de Julio de 1992. No obstante, mucho antes de esa fecha el MEPC, con la ayuda del Comité de Seguridad Marítima (MSC), acordaron que el Anexo tendría que ser implementado a través del código IMDG. Este código tiene enmiendas que tratan la contaminación marítima, redactados por la MSC (enmiendas 25-89) y estas ya eran de obligado cumplimiento desde el 1 de Enero de 1991. Consecuentemente el MEPC adopto las enmiendas ya legisladas de la MSC en el MARPOL, Anexo III.

- Enmiendas 1992 (resolución MEPC.58 (33)), sobre clarificaciones de la versión original del anexo III e incorporando las referencias al código IMDG, que entraron en vigor el 28 de Febrero de 1994.
- Enmiendas 1994 (resolución 2 adoptada el 2 de Noviembre de 1994) sobre el Port State Control y requerimientos operacionales, que entró en vigor el 3 de Marzo de 1996.
- Enmiendas 2000 (MEPC.84 (44)), suprimiendo una clausula relacionada con la contaminación del marisco, que entró en vigor el 1 de Enero de 2002.

Anexo IV - Regulaciones para la prevención de la contaminación por aguas sucias

La descarga en el mar de aguas sucias sin depurar puede presentar riesgos para la salud humana, y en las zonas costeras puede asimismo provocar el agotamiento de oxígeno y una contaminación estética obvia, lo que supone un serio problema para los países que tienen una importante industria turística.

Las fuentes principales de aguas sucias producidas por los seres humanos proceden de actividades terrestres, como es el caso del alcantarillado municipal o de las instalaciones para el tratamiento de las aguas sucias.

Generalmente se considera que en alta mar, los océanos pueden asimilar y tratar las aguas sucias sin depurar a través de la acción bacteriana natural y por tanto las reglas del Anexo IV del MARPOL prohíben a los buques descargar aguas sucias a una distancia inferior a 4 millas de la tierra más próxima, a menos que tengan en funcionamiento instalaciones aprobadas para el tratamiento de las mismas. Las aguas sucias habrán sido trituradas y desinfectadas previamente si se efectúa la descarga a una distancia de entre 4 y 12 millas de la tierra. Los Gobiernos deben asegurar la provisión de instalaciones receptoras adecuadas en los puertos y en las terminales para la recepción de aguas sucias.

El Anexo IV enseña cómo tratar y guardar las aguas sucias a bordo, establece las condiciones con las que permite la descarga a la mar, entre otros datos, prohíbe dicha descarga a menos de 4 millas de la costa. Entró en vigor el 27 de Setiembre de 2003. Y fue enmendado:

- Enmiendas 2004 (resolución MEPC.115 (51)) sobre la revisión del Anexo IV, que entró en vigor el 1 de Agosto de 2005.
- Enmiendas 2006 (resolución MEPC.143 (54)) sobre la nueva regulación 13 que trata el Port State Control y los requerimientos operacionales, fue aceptada el 1 de Febrero de 2007 y entró en vigor el 1 de Agosto de 2007.

Anexo V – Regulaciones para la prevención de la contaminación por basura

Las basuras de los buques pueden ser igual de perjudiciales para la flora y fauna marinas que los hidrocarburos o los productos químicos. El mayor peligro lo constituye el plástico, que puede flotar durante años. Los peces y mamíferos marinos a veces creen que los plásticos son alimentos y quedan atrapados en cuerdas de plástico, redes, bolsas, etc., e incluso en artículos tan insignificantes como los aros de plástico utilizados para sujetar las latas de cerveza o de refrescos.

Está claro que muchas de las basuras que aparecen en las playas provienen de gente en las orillas - turistas que dejan su basura en la playa, de pescadores que simplemente tiran la basura por la borda, o de ciudades que vierten sus basuras a los ríos o al mar. Pero en algunas zonas la mayor parte de la basura proviene de los buques que pasan por las cercanías para los que es más conveniente tirar la basura por la borda en lugar de eliminarla en los puertos. Un cálculo realizado a principios de la década de 1980 sugirió que los buques vierten al mar cada día más de seis millones de latas y 400 000 botellas. Durante mucho tiempo se creyó que los océanos podían absorber cualquier cosa que se tirara en ellos, pero esta actitud ha cambiado y existe una mayor sensibilización hacia el medio. Los mares pueden degradar muchos artículos, pero el proceso puede llevar meses o años,

El Anexo V prohíbe la descarga al mar de todo tipo de plásticos, regula la descarga de madera, cristal y restos de comida y exige tener un plan de gestión de basuras y rellenar el Libro de Registro de Basuras. Entró en vigor el 31 de Diciembre de 1988. Fue enmendado por la MEPC.

- Enmiendas 1989 (resolución MEPC.36 (28)) sobre la designación del mar del norte como zona especial y enmendar la regulación 6, todo ello entró en vigor el 18 de Febrero de 1991.
- Enmiendas 1990 (resolución MEPC.42 (30)) sobre la designación de la Antártida como zona especial, que entró en vigor el 17 de Marzo de 1992.
- Enmiendas 1991 (resolución MEPC.48 (31)) sobre la designación del mar del Caribe como zona especial, que entró en vigor el 4 de Abril de 1993.
- Enmiendas 1994 (resolución 3 adoptada el 2 de Noviembre de 1994) sobre el Port State Control y requerimientos operacionales, que entró en vigor el 3 de Marzo de 1996- - enmiendas 1995 (resolución MEPC.65 (37)) sobre la regulación 2 y la 9, que entró en vigor el 1 de Julio de 1997.
- Enmiendas 2000 (resolución MEPC.89 (45)) sobre las regulaciones 1, 3, 5 y 9 y el registró de la descarga de basuras, que entró en vigor el 1 de Marzo de 2002.
- Enmiendas 2004 (resolución MEPC.116 (51) sobre enmiendas al anexo V, que entró en vigor el 1 de Agosto de 2005.

Anexo VI - Regulaciones para la prevención de la contaminación atmosférica

Durante los trabajos que condujeron a la adopción del Convenio del MARPOL de 1973 se abordó la cuestión de controlar la contaminación atmosférica ocasionada por los buques, en particular los gases nocivos que constituyen las emisiones de éstos. Se decidió no hacerlo en ese momento. Al mismo tiempo, el tema de la contaminación atmosférica estaba siendo examinado en otros foros. La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, celebrada en Estocolmo en 1972, marca el inicio de la cooperación internacional en la lucha contra la acidificación o lluvia ácida.

1972 y 1977 varios estudios confirmaron la hipótesis de que los contaminantes atmosféricos pueden viajar varios miles de kilómetros antes de depositarse y provocar daños que afectan también a las cosechas y los bosques. La mayor parte de la lluvia ácida es causada por la concentración en el aire del dióxido de azufre y el óxido de nitrógeno. Las plantas motrices de carbón e hidrocarburos son las mayores fuentes de dióxido de azufre, mientras que el óxido de nitrógeno procede de las emisiones de los automóviles, camiones y buques.

Una reunión ministerial sobre la protección del medio ambiente celebrada en Ginebra en 1979 tuvo como consecuencia que 34 Gobiernos y la Comunidad Europea firmaran el Convenio sobre la contaminación

atmosférica transfronteriza a larga distancia, es decir, el primer instrumento internacional jurídicamente vinculante que trató el problema de la contaminación atmosférica a un amplio nivel regional. Posteriormente se firmaron sendos Protocolos de este Convenio sobre: la reducción de emisiones de azufre (1985); el control de las emisiones de óxidos de nitrógeno (1988); el control de las emisiones de los compuestos orgánicos volátiles (1991) y una mayor reducción de las emisiones de azufre (1994).

Durante la década de 1980 la preocupación despertada por la contaminación atmosférica en cuestiones como el calentamiento de la Tierra y el agotamiento de la capa de ozono fueron en aumento, y en 1987 se firmó el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono. El Protocolo de Montreal es un tratado internacional relativo al medio ambiente, elaborado bajo los auspicios de las Naciones Unidas, por el que las diversas naciones acuerdan disminuir el consumo y producción de sustancias que agotan la capa de ozono, entre las que figuran los CFC (clorofluorocarbonos) y los halones, con el fin de proteger la capa de ozono. En 1990 se adoptó en Londres un Protocolo que enmendaba el Protocolo original y fijaba el año 2000 como fecha límite para la eliminación gradual de los halones y los CFC que agotan la capa de ozono. En 1992 fue adoptado un segundo Protocolo en Copenhague, en el que se fijaron fechas para la eliminación acelerada de las sustancias

Cuando el Anexo VI "reglas para prevenir la contaminación atmosférica ocasionada por los buques" entró en vigor, estableció límites para las emisiones de óxido de azufre y óxido de nitrógeno procedentes de los buques y prohibió las emisiones deliberadas de sustancias que agotan la capa de ozono.

Anexo VI obliga la reducción del contenido de azufre en los combustibles, prohíbe la descarga a la atmosfera de sustancias que afecten a la capa de ozono y regula la incineración a bordo. El Anexo VI entró en vigor el 19 de Mayo de 2005. Tras ello sufrió una enmienda.

- enmiendas 2005 (resolución MEPC.132 (53)) sobre la introducción de un sistema normalizado de inspección y certificación y la designación del mar del norte como una nueva área controlada de emisiones de SOx (SECA), que entró en vigor el 22 de Noviembre de 2006.

Anexo VII - Regulaciones para la prevención de la contaminación por agua de lastre

El anexo más moderno del convenio MARPOL, trata el daño a los ecosistemas marinos de cada región al deslastrar gran cantidad de aguas con multitud de microorganismos de otras regiones. Lo que altera los ecosistemas pudiendo desatar plagas de ciertos seres vivos mientras otros los pone en peligro de extinción. Este anexo se aplica a través BALLASTWATER 2004.

- Enmiendas de 2006 al Anexo I (MEPC.141 (54)), entraron en vigor el 1 de agosto de 2007 (enmiendas a la regla 1, adición de la regla 12A, enmiendas consiguientes al Suplemento del Certificado IOPP y enmiendas a la regla 21 del Anexo I revisado del MARPOL 73/78)
- Enmiendas de 2006 al Anexo IV (MEPC.143 (54)), entraron en vigor el 1° de agosto de 2007 (adición de la regla 13 al Anexo IV del MARPOL 73/78)
- Enmiendas de 2006 al Anexo I (MEPC.154 (55)), entraron en vigor el 1° de marzo de 2008 (designación de las aguas meridionales de Sudáfrica como zona especial)
- Enmiendas de 2006 al Anexo III (MEPC.156 (55)), entrarán en vigor el 1° de enero de 2010 (revisión del Anexo III)
- Enmiendas de 2007 al Anexos I y IV (MEPC.164 (56)), entraron en vigor el 1° de diciembre de 2008 (instalaciones de recepción fuera de zonas especiales; descarga de las aguas sucias)

Durante la 59ª edición de la OMI, del 13 al 17 de julio de 2009, a la sede en Londres el Comité de Protección del Medio Marino (CPMM) aprobó el nuevo capítulo 8 para prevenir la contaminación por buques durante las operaciones de transferencia entre petroleros. Se espera que entre en vigor el 1 de Enero de 2011.

Este nuevo capítulo se aplicará a los petroleros mayores a 150 TRB. Sera obligatorio disponer de un plan de operaciones STS (Ship to Ship). La notificación al estado ribereño será obligatoria 48 horas antes de la maniobra. La normativa no se refiere a operaciones de carga de combustible.

- Enmiendas de 2006 al Anexo I (MEPC.141 (54)), entraron en vigor el 1 de agosto de 2007 (enmiendas a la regla 1, adición de la regla 12A, enmiendas consiguientes al Suplemento del Certificado IOPP y enmiendas a la regla 21 del Anexo I revisado del MARPOL 73/78)
- Enmiendas de 2006 al Anexo IV (MEPC.143 (54)), entraron en vigor el 1° de agosto de 2007 (adición de la regla 13 al Anexo IV del MARPOL 73/78)
- Enmiendas de 2006 al Anexo I (MEPC.154 (55)), entraron en vigor el 1° de marzo de 2008 (designación de las aguas meridionales de Sudáfrica como zona especial)
- Enmiendas de 2006 al Anexo III (MEPC.156 (55)), entrarán en vigor el 1° de enero de 2010 (revisión del Anexo III)
- Enmiendas de 2007 al Anexos I y IV (MEPC.164 (56)), entraron en vigor el 1° de diciembre de 2008 (instalaciones de recepción fuera de zonas especiales; descarga de las aguas sucias)

Durante la 59ª edición de la OMI, del 13 al 17 de julio de 2009, a la sede en Londres el Comité de Protección del Medio Marino (CPMM) aprobó el nuevo capítulo 8 para prevenir la contaminación por buques durante las operaciones de transferencia entre petroleros. Se espera que entre en vigor el 1 de Enero de 2011.

Este nuevo capítulo se aplicará a los petroleros mayores a 150 TRB. Sera obligatorio disponer de un plan de operaciones STS (Ship to Ship). La notificación al estado ribereño será obligatoria 48 horas antes de la maniobra. La normativa no se refiere a operaciones de carga de combustible.

Convenio OPRC 90

El Convenio Internacional sobre Cooperación, Preparación y Lucha contra la Contaminación por Hidrocarburos (OPRC) fue la respuesta legislativa al hundimiento del Exxon Valdez en Marzo de 1989. En Octubre del mismo año se aprobó la resolución A.674(16), que reconocía los daños del accidente reciente y acordaba la celebración de un conferencia internacional para aprobar un reglamento que sentará las bases de la cooperación entre Estados en los casos de derrames de hidrocarburos por accidentes, la creación de Planes de Contingencias y formación de Grupos de Respuesta.
Este convenio contaba además con cuestiones de importancia como la capacidad de contaminar las costas de un estado solo con un buque y la certeza de que ningún país era capaz de luchar solo contra un accidente de grandes dimensiones, por lo que tendrían que recurrir a la ayuda internacional. Prueba de ello fue que Estados Unidos se vio desbordado por la magnitud de la catástrofe del Exxon Valdez.
El convenio, redactado por el Comité de Protección del Medio Marino (CPMM), fue aprobado el 30 de noviembre de 1990.
El precursor de este convenio es el convenio Marpol 73/78, que se elaboró para prevenir la contaminación. En marzo de 1989 tuvo lugar el accidente del Exxon Valdez. En seguida se empezó a trabajar en convenio nuevo para evitar otra catástrofe de tal envergadura. En Mayo de 1990 se aprobó el nuevo convenio OPRC, pero no fue hasta cinco años después que entraría en vigor, en Mayo de 1995.

Las Partes en la Convención Internacional sobre la Contaminación por Hidrocarburos, preparación y Cooperación (OPRC) establecen medidas para hacer frente a sucesos de contaminación, ya sea a nivel nacional o en cooperación con otros países.

Se requieren los buques llevar un plan de emergencia de contaminación por hidrocarburos. También se requiere que los operadores de las unidades mar adentro bajo la jurisdicción de las Partes a tener planes de emergencia de contaminación por hidrocarburos o arreglos similares que deben coordinarse con los sistemas nacionales para responder con prontitud y eficacia a los incidentes de contaminación por hidrocarburos.

Se requieren buques reportar incidentes de contaminación a las autoridades costeras y la convención detalla las acciones que son luego que deban tomarse. La Convención exige el establecimiento de las existencias de equipos combatir derrame de petróleo, la celebración de ejercicios de derrame de petróleo a combatir y el desarrollo de planes detallados para hacer frente a incidentes de contaminación.

Las Partes en la Convención para proporcionar asistencia a los demás en caso de una emergencia de contaminación y se prevén para el reembolso de la asistencia prestada.

El Convenio prevé la OMI a jugar un importante papel de coordinación.

Se adoptó un Protocolo del Convenio de Cooperación relativo a las sustancias nocivas y potencialmente peligrosas (Protocolo de Cooperación-SNPP) en 2000.

Posteriormente, en el año 2000 se redactaría el protocolo HNS tras el creciente número de accidentes con sustancias nocivas y/o peligrosas.

Este convenio pretende prevenir y preparar a todas las partes involucradas ante un caso de contaminación por hidrocarburos. Lo persigue mediante:

1. La cooperación internacional de los estados ribereños, informándose mutuamente
2. La obligación a buques, plataformas, puertos,… a elaborar planes de emergencia
3. Simulacros para tener preparadas y entrenadas a todas las personas que tengan que intervenir.
4. Disponer de un plan nacional de contingencia, una autoridad designada y equipos de respuesta.

A destacar, el artículo quinto, que señala los pasos a seguir en caso de la notificación a un Estado de un derrame. Primero, se debe evaluar la veracidad de la información, seguidamente concretar datos como: la naturaleza, situación, magnitud, estado actual del vertido y posibles consecuencias. Y por tercero, informar sin demora a los Estados a los que puede afectar el vertido.
El Plan Nacional de Contingencias incluirá la designación de autoridades competentes, de los organismos que deben notificar o recibir las mismas, la autoridad facultada para decidir si se solicita o subministra ayuda internacional y un plan operativo que defina los distintos órganos que integran la respuesta.

Protocolo HNS

Protocol on Preparedness, Response and Co-operation to pollution Incidents by Hazardous and Noxious Substances, 2000 (OPRC-HNS Protocol)

El Protocolo sobre Preparación, Respuesta y Cooperación a la contaminación por sustancias nocivas y potencialmente peligrosas (Protocolo de Cooperación-SNPP) sigue los principios del Convenio de Cooperación y fue adoptada formalmente por los Estados ya parte en el Convenio de Cooperación en una Conferencia Diplomática celebrada en la OMI sede en Londres en marzo de 2000.

Al igual que el Convenio de Cooperación, el Protocolo de Cooperación-SNPP pretende establecer sistemas nacionales de preparación y respuesta y proporcionar un marco global para la cooperación internacional en la lucha contra las principales incidentes o amenazas de la contaminación marina. Las Partes en el Protocolo de Cooperación-SNPP para establecer medidas para hacer frente a sucesos de contaminación, ya sea a nivel nacional o en cooperación con otros países. Se requieren los buques llevar un plan de emergencia la contaminación a bordo para ocuparse específicamente de sucesos relacionados con sustancias nocivas y potencialmente peligrosas.

El Protocolo de Cooperación-SNPP se asegura de que los buques que transporten sustancias nocivas y potencialmente peligrosas están cubiertos por preparación y respuesta regímenes similares a las ya existentes para los incidentes del petróleo.

A los efectos del Protocolo SNP, una sustancia nocivas y potencialmente peligrosas se define como cualquier sustancia distinta de los hidrocarburos cuya introducción en el medio marino pueda ocasionar riesgos para la salud humana, dañar los recursos vivos y la vida marina, menoscabar los alicientes recreativos o interferir con otros usos legítimos del mar.

En el artículo 10 del convenio OPRC ya se describía la posibilidad de ampliar este convenio con las sustancias nocivas o peligrosas. Asimismo, en marzo del 2000, se aprobó el protocolo HNS sobre sustancias nocivas y potencialmente peligrosas.
En los primeros artículos establece de las bases de la misma forma que el convenio OPRC, pero especificando en sustancias nocivas y potencialmente peligrosas.
En el caso español, el Plan de Contingencias es único e incluye a sustancias nocivas o potencialmente peligrosas.

El 1 de setiembre de 2002 solo había ratificado 1 miembro el Protocolo HNS y es necesaria la firma de 15 estados miembros para su entrada en vigor.

España, como Estado miembro que ratifico el convenio OPRC 90, fue obligado a crear un Plan de Contingencia de acuerdo a las directrices de la OMI. Dicho Plan se aprobó el 23 de Febrero de 2001, con el nombre de ―Plan Nacional de Contingencias por Contaminación Marina Accidental.
Hay 4 tipos de planes de contingencia, según la zona que afecte:
Plan Interior de Contingencias: Cuando la emergencia afecte a una zona del puerto, terminales, muelles o incluso, plataformas en alta mar
Plan Territorial de Contingencias: Cuando la emergencia afecta al litoral del territorio
Plan Nacional de Contingencias: Cuando se ve afectada la Zona Económica Exclusiva o el mar territorial
Plan Internacional de Contingencias: Cuando se ven afectadas zonas de dos o más países
Según como y donde se extienda la zona del vertido o derrame, se activaran unos planes u otros.
A diferencia del convenio OPRC, basado en la lucha ante contaminación por hidrocarburos, donde hay poco riesgo para las personas, todos los tipos de contaminantes se comportan parecido y cuya lucha es semejante y familiar para los equipos de respuesta; la lucha ante contaminación por sustancias peligrosas y nocivas presenta dificultades debida a la gran variedad de sustancias, con respectivas variedades de comportamientos y peligros. Lo que propicia diversidad de equipos de respuesta y protocolos de actuación. Además algunos riesgos que presentan pueden afectar a las personas que combaten y/o escapan de la contaminación.

Convenio BUNKERS 2001

RESPONSABILIDAD POR CONTAMINACIÓN DE COMBUSTIBLE DE LOS BUQUES: EL CONVENIO BUNKERS 2001

El martes 19 de febrero de 2008 se publicó en el Boletín Oficial del Estado el Instrumento de Ratificación del Convenio Internacional sobre la responsabilidad civil nacida de daños debidos a contaminación por hidrocarburos por combustible de los buques (BUNKERS 2001) de Londres de 23 de marzo de 2001.

Los aspectos esenciales de BUNKERS 2001, que entrará en vigor el 21 de noviembre de 2008, serían los siguientes:

1. Se establece la responsabilidad objetiva del propietario del buque por los daños causados por contaminación y del coste de las medidas preventivas adoptadas para evitar tales daños; pero esta responsabilidad del propietario no es exclusiva ni excluyente. Ahora bien, en los términos de BUNKERS 2001, propietario es el propietario registral, el arrendatario a casco desnudo, el gestor naval y el armador; y todos ellos, de coexistir, serían solidariamente responsables de las indemnizaciones que se derivan de la causación de los daños a que se refiere la norma.

2. Los daños han de haber sido causados por hidrocarburos (incluidos los lubricantes) utilizados para la propulsión del buque -y por tanto, a bordo de sus tanques de combustible- o por aquellos que, encontrándose a bordo del buque, fueren a utilizarse para tal fin.

3. BUNKERS 2001 se aplica a los daños causados en el territorio de un Estado Parte (incluida su mar territorial) y en su zona económica exclusiva, cualquiera que fuere el lugar donde se encontrare el buque al momento del vertido.

4. BUNKERS 2001 no se aplica (i) a los buques de Estado ni (ii) en aquellos supuestos en los que resulte de aplicación el Convenio CLC 1992 (daños vertido de combustible desde buques tanque que transportan hidrocarburos).

5. El propietario puede quedar exonerado de responsabilidad si acredita que los daños se debieron (i) a acto de guerra o fenómeno natural extraordinario; (ii) a la acción intencionada de un tercero; (iii) a la negligencia de la autoridad responsable del mantenimiento de las luces y otras ayudas a la navegación. También podrá quedar exonerado total o parcialmente en aquellos supuestos en que el perjudicado, dolosa o negligentemente, causó o contribuyó a la causación de los daños.

6. El propietario tendrá derecho a limitar su responsabilidad de conformidad con el régimen de limitación nacional o internacional que resultare aplicable (en España, el Protocolo de Londres de 1996).

7. La acción de responsabilidad prescribirá por el transcurso de tres años a contar desde la producción del daño, extinguiéndose, en todo caso, a los seis años desde la fecha del suceso que ocasionó los daños. Además, resultan competentes para el conocimiento de las reclamaciones que se funden en las disposiciones de BUNKERS 2001 los tribunales del Estado Parte donde se hayan ocasionado los daños.

8. En todo caso, es el propietario inscrito de un buque superior a 1.000 toneladas de arqueo bruto sobre quien pesa la obligación de asegurar (o garantizar) las responsabilidades que derivan de BUNKERS 2001. La cobertura debe extenderse hasta el importe hasta el cual pueda limitarse la responsabilidad conforme al Convenio de Londres de 1976 sobre Limitación de Responsabilidad (denunciado por España con efectos desde el 1 de noviembre de 2007). Además de la obligación de aseguramiento que pesa sobre los propietarios registrales de los buques matriculados en un Estado Parte, cada Estado Parte debe, conforme a su legislación nacional, exigir esta misma garantía a los buques que entren o salgan de sus puertos, cualquiera que fuere su matrícula. Por otro lado, el perjudicado tendrá acción directa contra el asegurador (o garante) de esta responsabilidad.

Legislación española

El artículo 149.1.20.ª de la Constitución Española confiere al Estado la competencia exclusiva en materia de marina mercante. El artículo 6.1.f) del texto refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante, aprobado por el Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre, considera marina mercante la prevención de la contaminación producida desde buques, plataformas fijas y otras instalaciones que se encuentren en aguas situadas en zonas en las que España ejerce soberanía, derechos soberanos o jurisdicción y la protección del medio ambiente marino.

El artículo 149.1.23.ª de la Constitución Española atribuye al Estado la competencia para dictar la legislación básica en materia de medio ambiente. En este sentido, el artículo 110 de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas, en su apartado l) atribuye al Estado la ejecución de los acuerdos y convenios internacionales en materia de su competencia, pudiendo adoptar las medidas adecuadas para su observancia.

En este mismo artículo 110 de la Ley de Costas, en su apartado c), se confiere al Estado facultades de tutela y policía del dominio público marítimo-terrestre al amparo del mandato objeto del artículo 132.2 de la Constitución Española, de acuerdo con los criterios jurisprudenciales establecidos por el Tribunal

Constitucional en la Sentencia 149/1991, de 4 de julio, conforme a la cual la titularidad estatal sobre los bienes de dominio público marítimo-terrestre implica que el Estado está obligado a proteger el dominio marítimo-terrestre a fin de asegurar el mantenimiento de su integridad física o jurídica, así como su uso público.

Por último, en aplicación del artículo 149.1.29.ª de la Constitución Española, referido a la competencia exclusiva del Estado sobre seguridad pública, la Ley 2/1985, de 21 de enero, sobre Protección Civil, y su normativa de desarrollo, regulan las actuaciones a desempeñar y la coordinación a poner en práctica entre las Administraciones Públicas para hacer frente a las situaciones de grave riesgo colectivo, calamidad pública o catástrofe extraordinaria que puedan afectar al territorio español.

Estas competencias que la Constitución Española atribuye al Estado en materia de marina mercante, medio ambiente y seguridad pública, son ejercidas respectivamente por el Ministerio de Fomento, el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y el Ministerio del Interior.

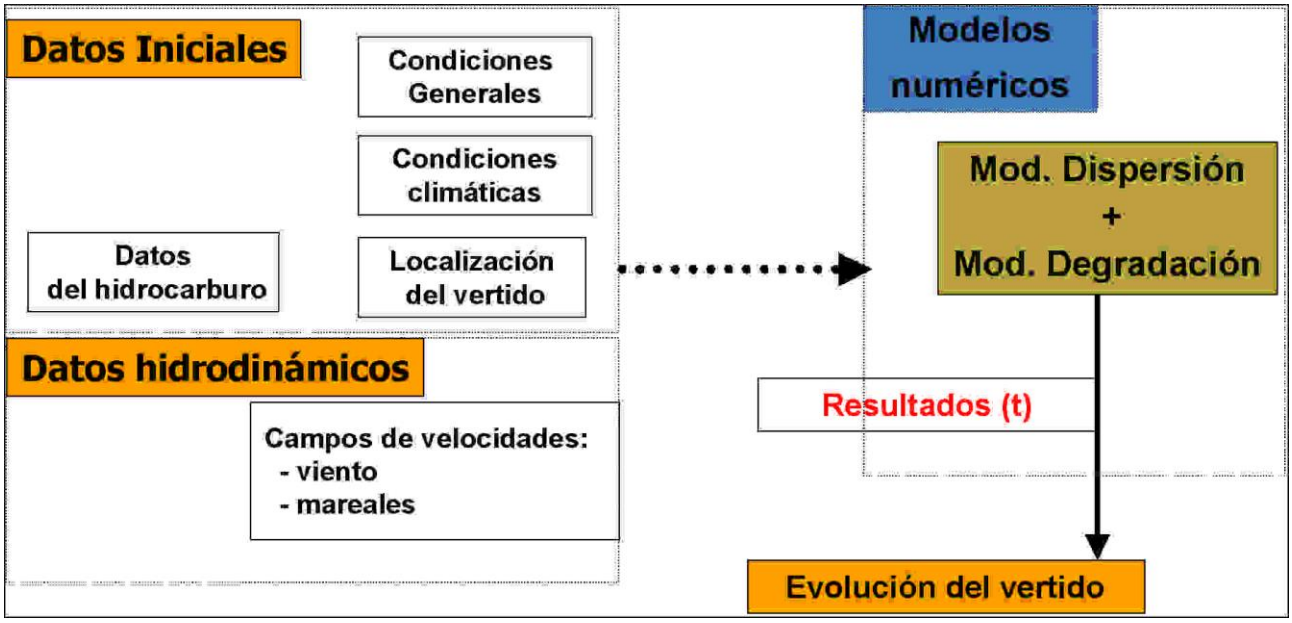
Por ello, en aplicación de la normativa internacional ratificada por España y de conformidad con las atribuciones conferidas al Estado por la Constitución Española, el Consejo de Ministros, a propuestas de los tres Ministerios citados anteriormente, dictó el Real Decreto 1695/2012, de 21 de diciembre, por el que se aprueba el Sistema Nacional de Respuesta ante la contaminación marina.

El Sistema Nacional de Respuesta se basa en dos subsistemas. El subsistema marítimo y el subsistema costero, cuyos ámbitos de actuación son, respectivamente, las aguas marítimas y la costa.

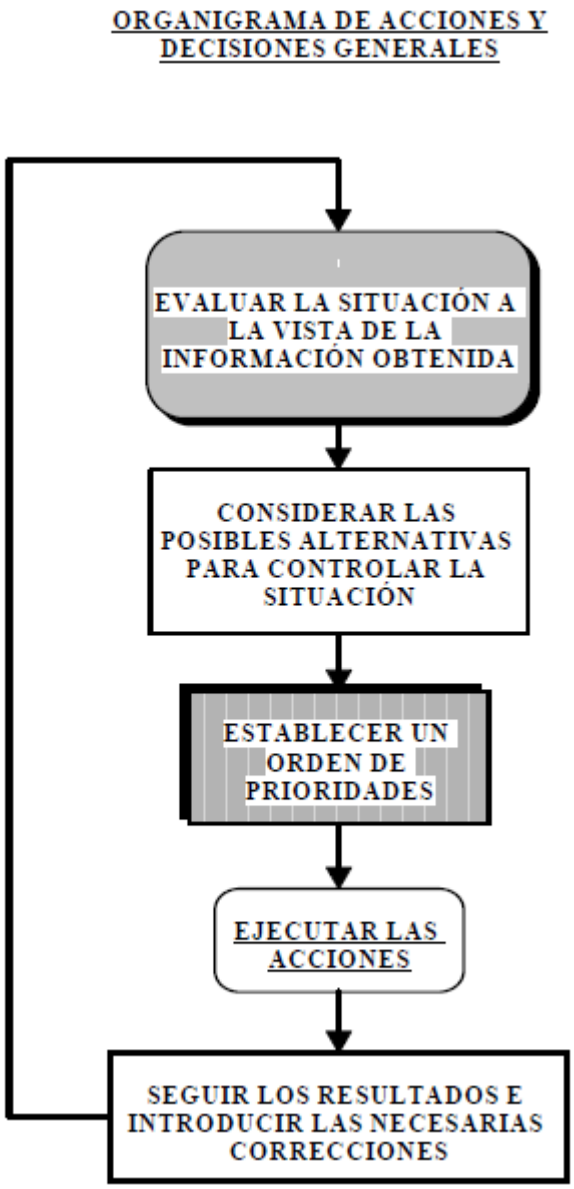
El subsistema marítimo está integrado por los siguientes planes de contingencias: el Plan Marítimo Nacional y los Planes interiores marítimos correspondientes a puertos, terminales marítimos, plataformas marinas y cualquier otra instalación marítima en aguas españolas. La aprobación y elaboración del Plan Marítimo Nacional corresponde al Ministerio de Fomento, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 4.1 del Real Decreto 1695/2012, de 21 de diciembre.

Por su parte, el subsistema costero está integrado por el Plan Estatal de Protección de la Ribera del Mar contra la Contaminación, los Planes territoriales de comunidades autónomas y las ciudades de Ceuta y Melilla, y los Planes locales de protección de la ribera del mar contra la contaminación en el ámbito de las entidades locales costeras. Los Planes territoriales y locales son elaborados y aprobados por las comunidades autónomas y las entidades locales, respectivamente. El Plan Estatal de Protección de la Ribera del Mar contra la Contaminación debe ser elaborado y aprobado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, previo informe de la Conferencia Sectorial de Medio Ambiente, del Consejo Asesor de Medio Ambiente y de la Comisión Nacional de Protección Civil, tal y como establece el artículo 4.2 del Real Decreto 1695/2012, de 21 de diciembre.

Activación y organización operativa ante un derrame



Modelos anticontaminación



Acciones y decisiones generales

Activación y organización de un plan

El comportamiento de un derrame de petróleo en el agua dependerá de: el volumen derramado, las propiedades físicas del hidrocarburo y de ciertos variables del entorno .

Unos de los factores más importantes que determinan seriamente el impacto ambiental del derrame son: el volumen y el tipo de petróleo derramado, el clima, las condiciones del mar, la época del año y el cuerpo de agua donde esto ocurre.

Cuando se efectúan estas acciones de eliminación de petróleo , se evita la pérdida del crudo y también se reducen los daños que causan al medio ambiente, al destruir las fuentes generadoras de vida, así como también a las distintos especies que viven en las orillas de los cuerpos de agua. La manera más eficaz y menos problemática para evitar la contaminación por causa del petróleo, es evitando estos incidentes tomando las adecuadas medidas de precaución y seguridad.

La finalidad de estos planes de contingencia ,es que tan pronto como se produzca un suceso de derrame, se inicien las operaciones anticontaminación con medios adecuados para minimizar los daños causados en el ambiente.

Las comunicaciones a la hora de un accidente son imprescindibles para solventar esta emergencia, y son consideradas como básicas en el entrenamiento

Criterios de activación de los distintos planes de contingencia

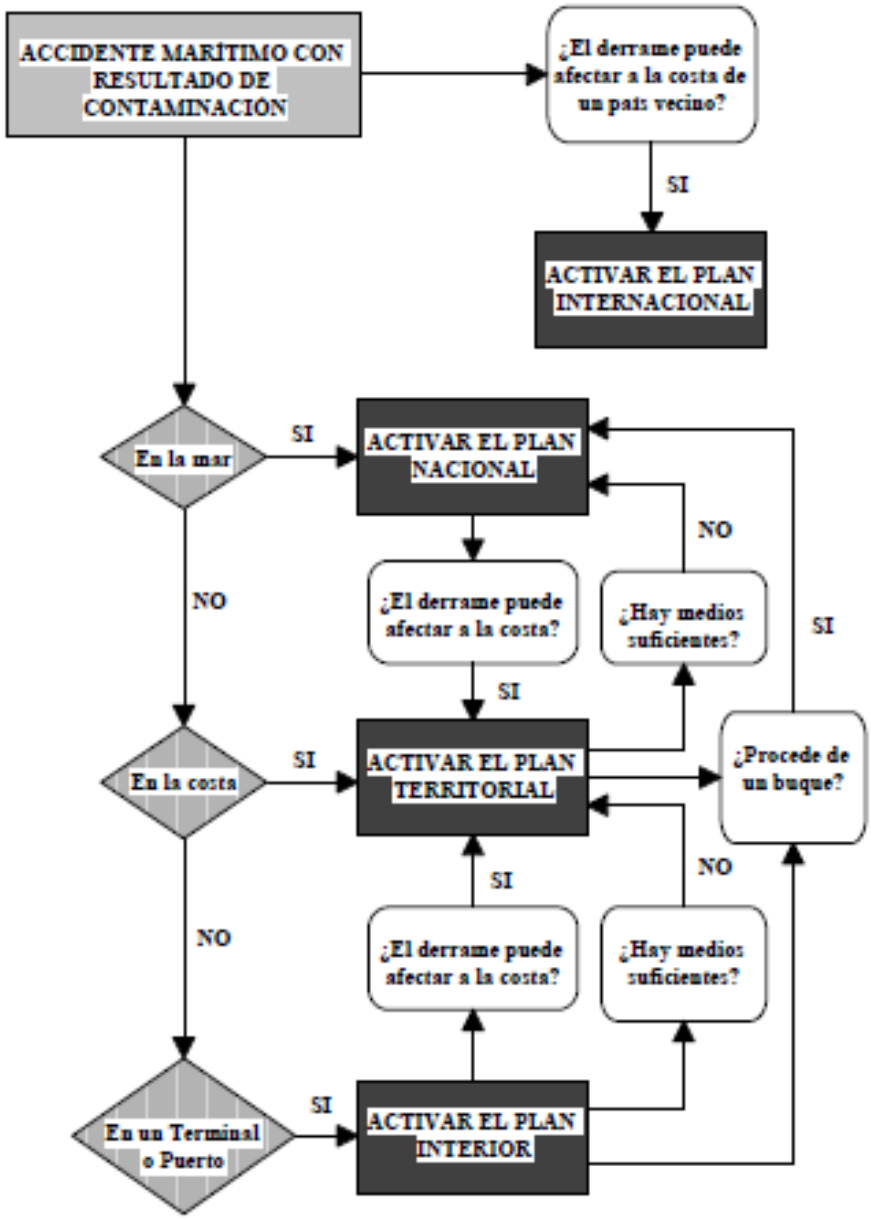
Plan Interior: Cuando el suceso de contaminación marina afecte solamente a una instalación mar adentro, a un puerto, a un terminal marítimo o industria litoral y los medios de respuesta disponibles son suficientes para combatir el derrame, se activará el Plan Interior, no obstante, se informará inmediatamente del suceso a la correspondiente Capitanía Marítima y a las Autoridades Autonómicas competentes en prevención de que sea necesario activar otro Plan.

Plan Territorial Si la contaminación se produce en una zona limitada del litoral y en el caso de que la contaminación producida en un puerto, industria litoral, terminal marítimo o instalación mar adentro, alcance tales proporciones que los medios disponibles no son suficientes para combatir el derrame, y este puede afectar a una zona limitada de litoral o a una gran extensión de costa se activará el Plan Territorial.

Plan Nacional En todos los casos en que la contaminación sea consecuencia de un accidente marítimo en el que esté involucrado uno o más buques, tal como una colisión, una varada o averías en el casco de un buque, se activará el Plan Nacional, así como en los casos previstos en los párrafos anteriores cuando los medios disponibles en el puerto,

terminal o Comunidad Autónoma afectada no sean suficientes para combatir el derrame.

Plan Internacional Cuando la extensión del derrame permita suponer que puede verse afectada la costa o las aguas de otra nación vecina, se ha de dar conocimiento a las Autoridades del País afectado y a los organismos internacionales para activar el Plan Internacional.



Activación de los diferentes planes

La distribución de cometidos de las distintas Administraciones en los diferentes supuestos de contaminación marina accidental será tomada según los siguientes casos:

CASO 1: Derrame al mar de productos contaminantes desde un puerto, una instalación costera o interior sin que esté implicado un buque

En este caso se activará en primer lugar el Plan Interior de Contingencias y si la magnitud del derrame es tal que los medios adscritos al mismo son insuficientes, se habrá de activar el Plan Territorial de Contingencias actuando, en función del nivel de gravedad definido en el propio Plan, la Administración correspondiente. El Plan Nacional y los medios adscritos a él se activarán únicamente a petición del Órgano competente de la Comunidad Autónoma, actuando en apoyo del Plan Territorial activado.

CASO 2 :Derrame al mar de productos contaminantes desde una instalación costera en el que esté implicado un buque.

Como en el caso anterior, en primer lugar se activarán los medios correspondientes al Plan Interior de Contingencias y si la magnitud del derrame es tal que los medios adscritos al mismo son insuficientes, se habrá de activar el Plan Nacional. En el caso de que se vea amenazada la costa próxima se habrá de activar el Plan Territorial, actuándose según lo descrito en el mismo y en función del nivel de gravedad.

CASO 3: Derrame al mar de productos contaminantes desde un buque accidentado en la costa

Se activarán el Plan Nacional y el Plan Territorial. Los medios aportados por el Plan Nacional actuarán en apoyo de este último, ateniéndose a lo descrito en el mismo.

CASO 4: Derrame en el mar de productos contaminantes desde un buque accidentado en aguas jurisdiccionales españolas

En este caso se activará en primer lugar el Plan Nacional y si existiese riesgo de que la contaminación llegue a la costa se activarán los planes Territoriales de Contingencias correspondientes a la zona previsiblemente afectada.

Activación y relación entre los distintos planes.

Planes del subsistema marítimo

Los planes interiores marítimos serán activados por la autoridad o empresa a cargo de los mismos, en el grado de respuesta adecuado.

La activación de un plan interior marítimo en fase de emergencia implicará la declaración de la fase de alerta del Plan Marítimo Nacional y del plan territorial correspondiente, así como de los esquemas de organización o funcionamiento de que dispongan en su caso las comunidades autónomas litorales o las ciudades de Ceuta y Melilla para hacer frente a determinadas actuaciones en la mar.
El Plan Marítimo Nacional será activado por la autoridad marítima cuando resulte necesario para la prevención o mitigación de los daños, con la consiguiente movilización de los medios de intervención adscritos al mismo. La utilización de medios movilizados con anterioridad por los otros planes del subsistema marítimo se realizará en el marco de actuación del Plan Marítimo Nacional y siguiendo sus protocolos.

Condiciones a tener en cuenta para la adecuada respuesta ante el derrame

En España la lucha contra la contaminación se establece de acuerdo a lo que se prescribe en la Orden Ministerial Comunicada del 23 de febrero de 2001, en la que se distinguen tres ámbitos de lucha contra la contaminación marina: lucha en la mar, en la costa y en las instalaciones portuarias o marítimas donde se manipulen hidrocarburos . Los principales objetivos del Sistema Nacional de Respuesta son la compatibilidad entre los distintos planes, su activación escalonada, facilitar la toma de decisiones,

mejorar los procedimientos operativos de emergencia y fomentar la preparación mediante formación y ejercicios; todo ello para conseguir un sistema único de respuesta lo más eficaz posible ante una contaminación masiva de hidrocarburos correspondientes en el adecuado grado de respuesta, se tendrán en cuenta las siguientes circunstancias:

Magnitud y peligrosidad del suceso de contaminación, clase y tipo del agente contaminante y lugar de la contaminación.

Al producirse un derrame de hidrocarburo al mar, es necesario determinar si éste se dispersará rápidamente o permanecerá por tiempo prolongado sobre la superficie del mar, es decir, si el hidrocarburo es persistente o no persistente.
La persistencia en tiempo de los hidrocarburos derramados al mar, depende principalmente de sus propiedades físicas y químicas iniciales, así como de la cantidad de que se trate, de las condiciones

Superficie y vulnerabilidad de las áreas potencialmente afectadas, atendiendo a razones económicas, ambientales, de protección de la salud y de la vida humana.

Los derrames de hidrocarburos en el mar provocan daños a los ecosistemas marinos y costeros, y afectan diversas actividades económicas.
Generalmente, los derrames de hidrocarburos están asociados al petróleo, combustible fósil que constituye la principal fuente de energía utilizada en el mundo.
Todo esto impone la necesidad de mantener una permanente vigilancia en dos direcciones esenciales:
Comprobación sistemática de la seguridad de las instalaciones y objetivos propensos a provocar derrames de hidrocarburos (incluye a los buques tanqueros).

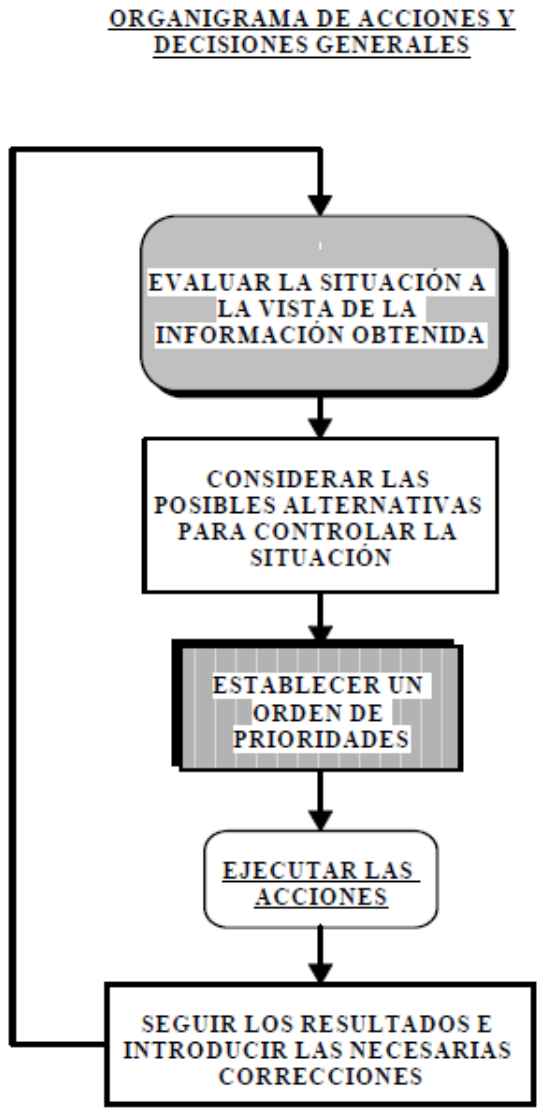
Detección temprana y oportuna de cualquier derrame

Medios

La intervención de medios y personal de la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima con base en

otras zonas será decidida por la propia “Dirección de las Operaciones”.

La incorporación de medios privados, ajenos a los que ya estén interviniendo, así como la solicitud de ayuda internacional será también decidida por la "Dirección de las Operaciones".



Decisiones y acciones generales

Las fases y situaciones de emergencia son las siguientes:

Fase de alerta. La fase de alerta de un determinado plan o conjunto de planes del Sistema Nacional de Respuesta ante un suceso de contaminación marina, implicará la puesta en disposición de actuar de los medios y recursos movilizables, según el ámbito de competencias del plan o planes de que se trate y en el grado de respuesta que corresponda a las características del posible suceso.

Fase de emergencia. Se considerará fase de emergencia cuando, producido un suceso de contaminación marina, la prevención y reducción de los daños derivados o que puedan derivarse del mismo exige la movilización de medios y recursos de uno o más planes de los que integran el Sistema Nacional de Respuesta:

Situación 0: se producirá cuando tenga lugar un episodio de contaminación marina de pequeña magnitud y peligrosidad, caracterizado por alguna de las siguientes circunstancias:

- Que la contaminación marina esté dentro del ámbito de aplicación de un plan interior marítimo o/y un plan local.
- Que la contaminación esté dentro del ámbito de aplicación de los planes interiores marítimos.

- Que la contaminación afecte o pueda afectar exclusivamente y de forma limitada al frente costero de una entidad local.

En esta situación de emergencia, se activarán al menos, en el grado de respuesta adecuado, el plan interior marítimo o/y el plan local que corresponda.

Situación 1: se producirá cuando tenga lugar un episodio de contaminación marina de magnitud o peligrosidad media, caracterizado por alguna de las siguientes circunstancias:

- Que los medios disponibles en los planes activados en la situación 0 resulten insuficientes para combatir la contaminación.

- Que la contaminación se hubiera producido fuera del ámbito de aplicación de los planes interiores marítimos.

- Que por las circunstancias de vulnerabilidad de la zona afectada o amenazada, aun siendo aplicable la situación 0, se considere necesario por parte de las autoridades responsables, activar los planes correspondientes a la situación 1 en el grado de respuesta que se estime oportuno.

- Que la contaminación afecte o pueda afectar al tramo de costa correspondiente a varios municipios limítrofes.

En esta situación de emergencia se activarán, en el grado de respuesta adecuado, además del plan interior marítimo, en su caso, al menos el plan territorial de la comunidad autónoma y/o de la ciudad de Ceuta o Melilla o los planes locales del ámbito correspondiente y, en su caso, el Plan Marítimo Nacional.

Situación 2: se producirá cuando tenga lugar alguna de las siguientes circunstancias:

- Que los medios disponibles en los planes activados en la situación 1 resulten insuficientes para combatir la contaminación.

- Que la zona afectada o amenazada sea especialmente vulnerable.

En esta situación de emergencia se activarán, en el grado de respuesta oportuno, los planes locales del ámbito correspondiente, el plan territorial de la comunidad autónoma o de la ciudad de Ceuta o Melilla afectada y, en su caso, el plan interior marítimo. El órgano de dirección del plan territorial podrá solicitar del Ministerio de Fomento el apoyo de medios marítimos y, en su caso, la activación del Plan Marítimo Nacional. Asimismo, el órgano de dirección podrá solicitar del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente la movilización de medios del Plan Estatal de Protección de la Ribera del Mar contra la contaminación, integrándose dichos medios, en su caso, en el plan territorial.

Situación 3**:** se producirá cuando tenga lugar un episodio de contaminación marina de gran magnitud o peligrosidad, caracterizado por alguna de las siguientes circunstancias:

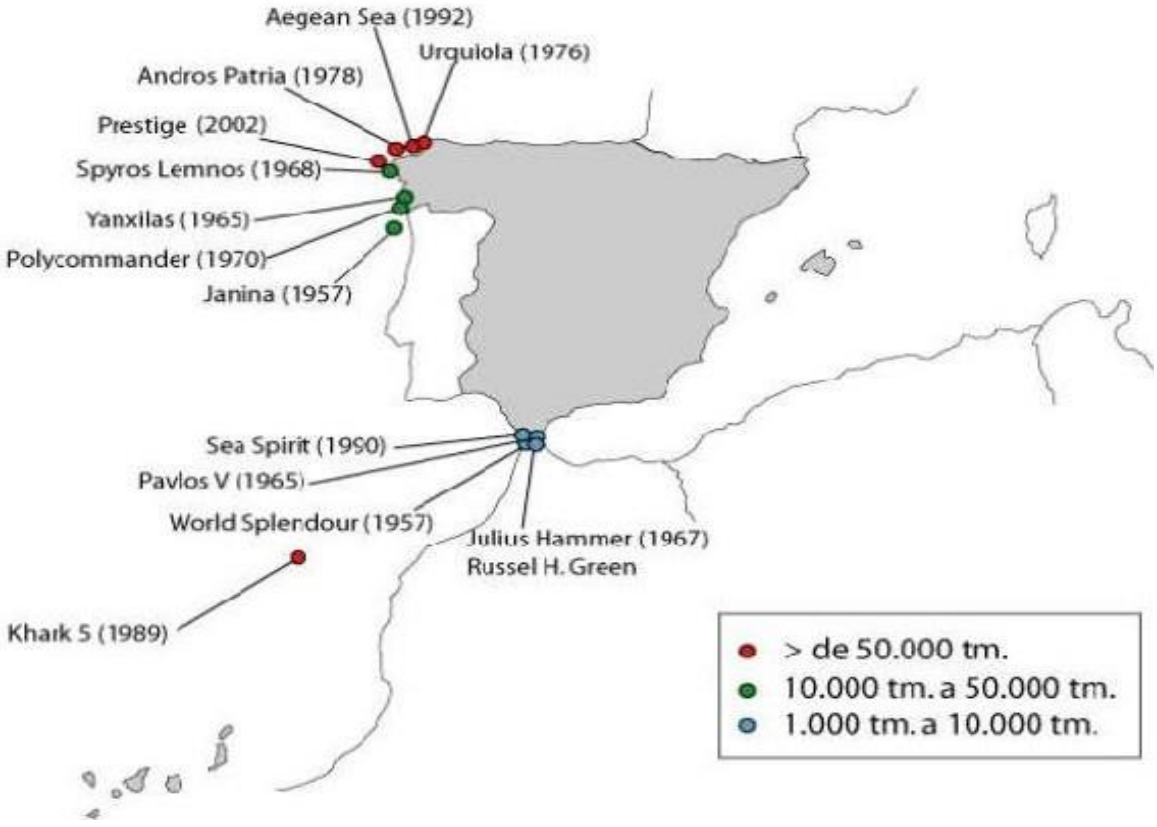
- Que la contaminación afecte o pueda afectar a la costa de varias comunidades autónomas.

- Que la contaminación pueda afectar a las aguas o a la costa de Estados limítrofes.

- Que la contaminación se produzca en aguas bajo soberanía de los Estados limítrofes, pero que pueda poner en peligro, por su peligrosidad, extensión y proximidad geográfica, las aguas marítimas sobre las que España ejerce soberanía, derechos soberanos o jurisdicción, o las costas españolas.

- Que, estando en peligro la seguridad de personas y bienes, la emergencia sea declarada de interés nacional por el Ministro del Interior, según lo establecido en la Norma Básica de Protección Civil, aprobada por el Real Decreto 407/1992, de 24 de abril.

En esta situación de emergencia se activarán el Plan Marítimo Nacional y el Plan Estatal de Protección de la Ribera del Mar contra la contaminación, además de los planes territoriales de las comunidades autónomas o de las ciudades de Ceuta y Melilla afectadas, así como, en su caso, los planes interiores marítimos y los planes locales correspondientes.



Accidentes y toneladas de derrame en la costa española

Organización de respuesta en el mar

Dirección de las Operaciones en la mar

La estructura de respuesta de un plan de contingencias, cualquiera que sea su rango, se adaptará a los esquemas adoptados por la Organización Marítima Internacional y deberá contar con los siguientes órganos:

a) Un Director de la Emergencia, cuyo cometido es activar o desactivar el plan, establecer las líneas generales de actuación y las directrices a seguir por los grupos de respuesta mediante la oportuna toma de decisiones, realizar el seguimiento de los resultados y mantener las relaciones institucionales entre las administraciones públicas competentes.

b) Un Comité Técnico Asesor, formado por expertos cuyos conocimientos en materias científicas, técnicas, jurídicas o económicas pudieran ser relevantes y cuyo cometido es asesorar al director de la emergencia.

c) Un Coordinador de Operaciones, a cuyo cargo está la dirección de los grupos de respuesta que actúan en la zona afectada, que ejercerá sus funciones con sujeción a las directrices que al efecto imparta el director de la emergencia.

d) Unos Grupos de Respuesta, encargados, según el plan al que estén adscritos, de la respuesta inmediata ante el riesgo (de explosión, incendio o riesgo químico, entre otros), del manejo de los equipos de lucha contra la contaminación, de la recuperación de los productos derramados, de la adecuada gestión de los residuos recogidos, de la limpieza de áreas contaminadas y de la protección de la biodiversidad.

e) Un Gabinete de Relaciones Públicas, encargado de las relaciones con los medios de comunicación y de la difusión de los comunicados elaborados por el director de la emergencia sobre la evolución de la situación.

f) Un Grupo de Apoyo Logístico, encargado de atender a las necesidades de los grupos de respuesta.

Esta estructura de respuesta estará limitada en el tiempo, ya que sólo funcionará cuando se active un plan de contingencias, actuando a partir de ese momento y estando vigente tan sólo durante el tiempo que el plan permanezca activado.
Tiene a su cargo la alta dirección de las operaciones y la relación institucional con otros organismos de la administración del Estado.

Dirección Ejecutiva :Formado por el subdirector general de tráfico y contaminación marítima

Dirección Operativa: El director de la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima.

Asesores Técnicos :Jefe del servicio de Protección del Ecosistema Marino. DGMM.

Asesores Legales : El subdirector General de Política del Transporte Marítimo DGMM.

Tiene como cometidos específicos.

- Toma de decisiones generales sobre las operaciones de respuesta y ordena su ejecución .
- Mantiene un contacto permanente con el Coordinador de Operaciones Marítimas evalúa la situación de acuerdo con el desarrollo de los acontecimientos .
- Establece contacto con otros organismos e instituciones y empresas a fin de recabar de los mismos los medios materiales y humanos necesarios en cada fase de operaciones
- Planificar y ordenar la ejecución de todas aquellas medidas complementarias a las operaciones a las operaciones de respuesta que sean necesarias para un rápido eficaz desarrollo de estas
- Redactar y ordenar la difusión de los partes informativos sobre el desarrollo de las operaciones y la situación de la contaminación.
- Disponer las medidas de apoyo a los grupos de respuesta que sean necesarias para facilitar el trabajo de los mismos .
- Intervenir y aprobar los gastos que sean necesario realizar para la ejecución de las operaciones de respuesta.
- Ordenar la apertura del correspondiente Expediente Administrativo del suceso.

Coordinación de las Misiones en la Mar

Coordinador de operaciones Marítimas : Capitán Marítimo de la Zona afectada

.

Coordinador Operativo :Jefe del Centro de Coordinación Regional de Salvamento Marítimo y Lucha contra la contaminación (CRCS-LCC) de la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima en cuya zona se haya producido el suceso .

Auxiliares de Coordinación: Inspectores de Capitanía Marítima .

Auxiliares de Operaciones: El personal de la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima , que la dirección de Operaciones , de esa entidad , destine a la zona para atender la emergencia de la contaminación.

Bajo la responsabilidad del Coordinador de Operaciones Marítimas que tiene a su cargo la dirección de las distintas operaciones de lucha contra la contaminación marítima y el seguimiento del grupo de respuesta ;su misión se desarrollará en el Centro de Operaciones y estará auxiliado por los demás miembros del mencionado Órgano de Respuesta .
Entre los cometidos propios de la Coordinación de Operaciones cabe destacar las siguientes:

- Disponer los tendidos de cercos y barreras de protección y la utilización de los medios de recogida y combate de la contaminación de acuerdo con el Plan Operativo elaborado por la dirección de operaciones , introduciendo las modificaciones necesarias , de acuerdo con las circunstancias de cada momento y el resultado de las acciones emprendidas
- Mantener continuamente informada a la dirección de las Operaciones , introduciendo las modificaciones necesarias , de acuerdo con las circunstancias de cada momento y el resultado de las acciones emprendidas .
- Mantener continuamente informada la Dirección de Operaciones , cumpliendo con sus disposiciones y proponiendo medidas técnicas que considere necesarias , de acuerdo con los demás miembros del equipo de Coordinación.
- Solicitar de la dirección de las Operaciones los medios materiales y humanos que considere necesarios .
- Disponer de acuerdo con las instrucciones recibidas y las consideraciones técnicas precisas , el movimiento y asignación de misiones concretas a las unidades navales , aéreas , y terrestres que intervengan en las operaciones.

Grupos de Respuesta

Formarán parte de los mismos las unidades navales y aéreas destinadas a combatir la contaminación en la zona (tanto las que tengan su base en esa zona como las desplazadas en otras áreas próximas).

Son los que ponen en práctica las operaciones de lucha contra la contaminación y demás misiones auxiliares necesarias. Cada unidad o grupo de unidades que tienen encomendada una tarea determinada del Plan Operativo constituye un grupo de respuesta el cual tendrá un mando único representado por el Jefe de Operaciones del Grupo a través del cual recibirán las instrucciones del Coordinador de Operaciones Marítimas .

Se podrán formar a partir de las previsiones del Plan Operativo los siguientes grupos de respuesta:

Salvamento Marítimo – Cuya misión es el rescate y evacuación a tierra de los tripulantes y pasajeros del buque o buques siniestrados con especial atención a los afectados físicamente por el accidente (heridos traumatizados , etc..) .Para un mejor desarrollo de su misión se coordinarán con el Grupo de Atención Sanitaria a través del Coordinador de Zona .

Operaciones Marítimas – Tienen como objeto la contención recogida y dispersión de las sustancias contaminantes vertidas al mar como consecuencia del accidente , así como las operaciones de apoyo a las anteriores que sean precisas , siendo su área de actuación tanto en alta mar como en aguas costeras.

Operaciones aéreas -Cuya misión consiste en el apoyo de las operaciones marítimas y en la exploración del área afectada por el derrame .

Órganos de respuesta en la costa

Dirección de Operaciones en la Costa : Con una estructura similar a la descrita anteriormente para las operaciones en la mar , su composición estará integrada en los distintos Planes Territoriales de las Comunidades Autónomas litorales.

Coordinación de las Operaciones en la costa : Con un estructura similar a la descrita para las operaciones en la mar en el apartado, su composición estará integrada en los distintos Planes Territoriales de las Comunidades Autónomas litorales.

Grupos de Respuesta :Formarán parte de los grupos de respuesta las personas y medios materiales que en cada uno de los planes Territoriales figuren adscritas a la lucha contra la Contaminación en la Zona (tanto las que tengan su base en esa zona como las desplazadas de otras áreas próximas).
Son los que ponen en práctica las operaciones de lucha contra la Contaminación Marítima y demás misiones auxiliares necesarias . Cada unidad o grupo de unidades que tienen encomendada una tarea específica dentro del Plan Operativo , constituye un grupo de respuesta por el Jefe de Operaciones del Grupo , a través del cual recibirán las instrucciones del coordinador de Operaciones Terrestres .Se podrán formar, de acuerdo con las previsiones del Plan Operativo los siguientes grupos de respuesta.

Atención sanitaria : Cuya misión es la recepción de personas afectadas por el accidente y conducidas a tierra por el medio de Grupo de Respuesta de Salvamento Marítimo , así como su Triaje , primeros auxilios y remisión a los correspondientes Centros Sanitarios en función de su gravedad . Para su mejor desarrollo de su misión se coordinarán con el mencionado Grupo de Salvamento Marítimo a través del Coordinador de Zona .

Operaciones en la costa : Tiene a su cargo la limpieza , recuperación y almacenamiento temporal de los residuos sólidos y líquidos de productos contaminantes procedentes del accidente .Los distintos Grupos de Respuesta que han de intervenir en estas operaciones por lo general , suelen estar formados por medios humanos y materiales pertenecientes a distintos organismos , cuerpos , instituciones y empresas.

Evaluación de la Contaminación y del entorno Natural : Cuya principal misión , entre otras, es el estudio del grado de contaminación en la costa afectada y la elaboración y ejecución de planes de recuperación del ecosistema . En este grupo se podrán integrar todos los organismos con competencias medioambientales, tanto al nivel estatal como autonómico.

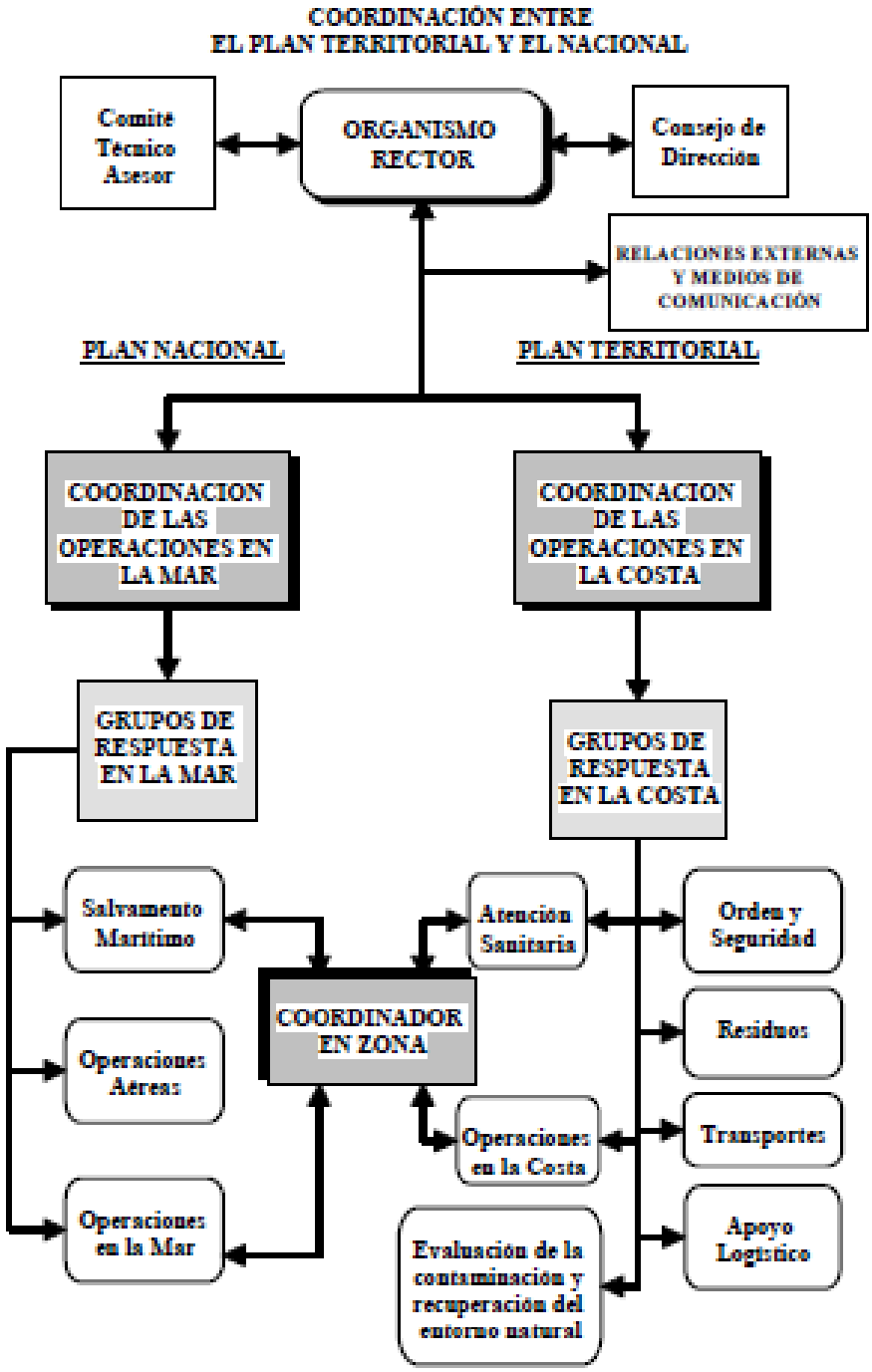
Orden y Seguridad : Los grupos de respuesta que actúan bajo esta denominación en los distintos escenarios donde se pueden producir la contaminación , tienen a su cargo , entre otras , las siguientes misiones: acotado y vigilancia de las zonas de operaciones para evitar la intrusión de personas o vehículos ajenos a las mismas escolta de convoyes de equipos y personas que se incorporen a las operaciones de descontaminación de la costa .

Residuos : Su misión consiste en la localización y acondicionamiento de áreas de almacenamiento

temporal de los residuos recuperados durante sus labores de limpieza en la costa, así como su posterior traslado a Plantas de Tratamiento autorizadas o depósitos de seguridad .

Transportes : Tienen a su cargo el facilitar medios de transporte tanto para equipos como para personas o residuos durante las operaciones de contaminación , llevando el control y seguimiento de los medios de transporte puestos a disposición de las mencionadas operaciones .

Apoyo Logístico:- En conexión directa con el Organismo Rector y el Coordinador de Operaciones debe procurar , de acuerdo con las instrucciones recibidas , facilitar a los demás Grupos de Respuesta la recepción de los elementos necesarios para su trabajo , como pueden ser : vestuario , herramientas , maquinaria , lugares de aseo , comida alojamiento..etc. . El apoyo logístico puede estar integrado por varios grupos de personas dotados con medios de comunicación y transporte , que se ocupen de labores específicas.



Coordinación entre Plan Nacional y Territorial

Acciones a emprender por el CNCS-LCC

Una vez constituida la Dirección de las Operaciones, se pondrá a disposición de la misma para retransmitir las instrucciones que reciba de esta a sus destinatarios

Poner en conocimiento de los hechos al Subdelegado del Gobierno correspondiente y a las Autoridades Autonómicas de la zona o zonas contaminadas o que pudieran estar afectadas de algún modo por el derrame, de acuerdo con el Procedimiento de Actuación establecido para este tipo de emergencias.

Alertar a las Capitanías Marítimas de las zonas afectadas.

Si el suceso ha ocurrido en una zona fronteriza con otro país, se establecerá conexión con su Centro Nacional o Regional correspondiente, para alertar a las Autoridades y al objeto de determinar, entre las Autoridades competentes de ambos Gobiernos las acciones conjuntas a realizar, si existe un Acuerdo Regional con dicho país.

Si el causante del derrame es un buque identificado y se encuentra en la mar, se procurará establecer contacto con él a través de uno de los siguientes procedimientos:

a) El sistema radio-costero nacional, el cual determinará el procedimiento de comunicación con el buque más adecuado.
b) Utilizando el CRCS-LCC de la zona o el Buque de Salvamento más próximo para que actúe de "puente".
c). Utilizando, en una segunda fase los equipos de comunicaciones en ondas decamétricas y vía satélite que posee el CNCS-LCC.

Obtenida la comunicación se solicitará al Capitán del buque accidentado todos los datos necesarios, de acuerdo con el "Informe sobre Contaminación Marina", así como datos sobre la naturaleza del accidente y los daños sufridos en el buque siniestrado y las personas a bordo

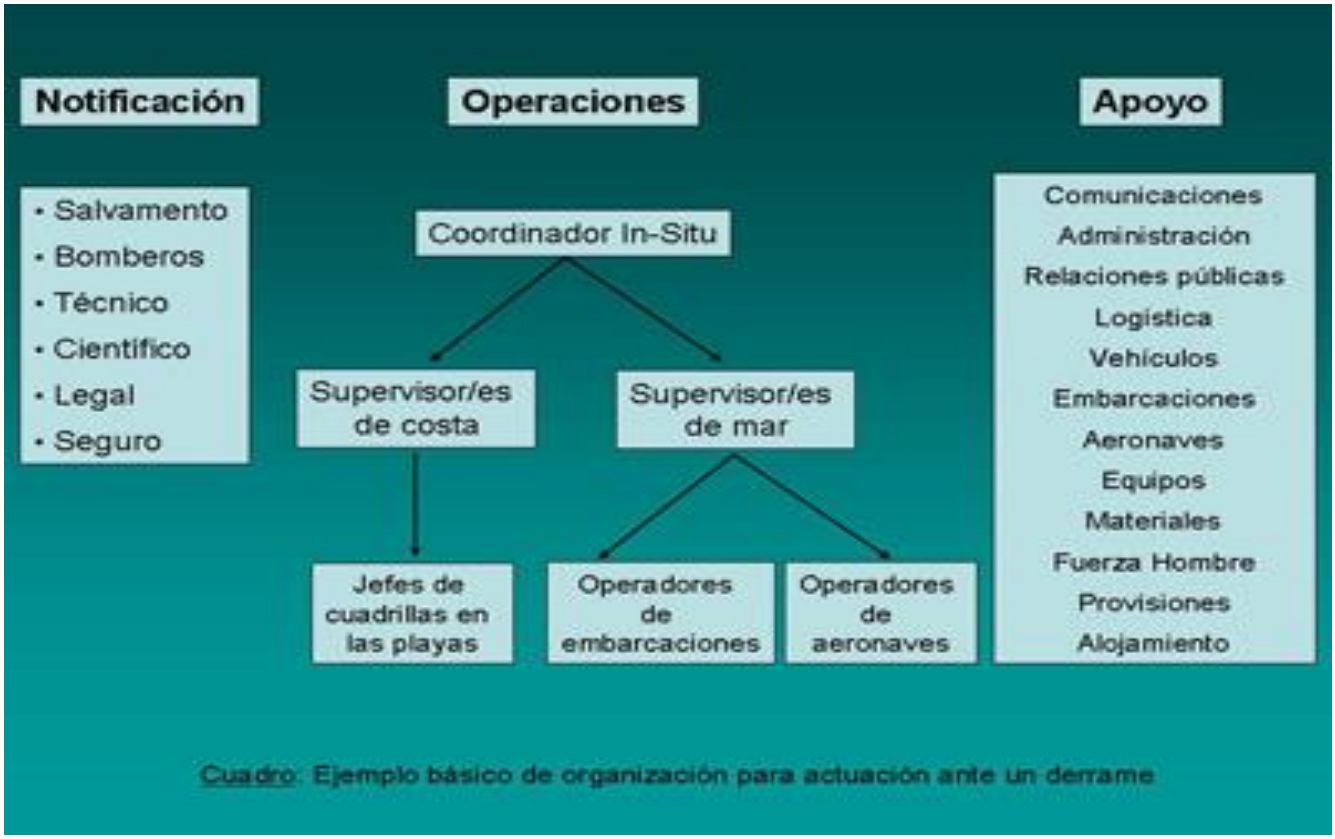
Se alertarán a todas las unidades de salvamento y lucha contra la contaminación de la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima, adscrita a la Dirección General de la Marina Mercante, que se encuentren disponibles en la zona, manteniendo contacto permanente con las mismas a fin de disponer su

salida hacia el lugar del suceso, si fuera necesario, de acuerdo con las instrucciones recibidas del "Coordinador de Operaciones Marítimas".

En base a la magnitud y posición de la contaminación, y si la "Dirección de Operaciones" lo considera oportuno, se enviará un mensaje de "ALERT POLLUTION" a la "Task Force" de la CEE y/o al Centro REMPEC de Malta.

De los inventarios de medios correspondientes se obtendrán los datos de las Autoridades, organizaciones y empresas que cuentan con medio útiles para la lucha contra la contaminación y de acuerdo con las instrucciones de la "Dirección de Operaciones" se alertará a los responsables de dichos medios por si fuera necesario su uso.

Si el aviso de contaminación se recibe en uno de los Centros Regionales de Coordinación de Salvamento y Lucha contra la Contaminación (CRCS-LCC), este transferirá la información al Centro Nacional (CNCS-LCC), actuando coordinadamente con este en las acciones que el mismo lleve a cabo y que se han descrito anteriormente.



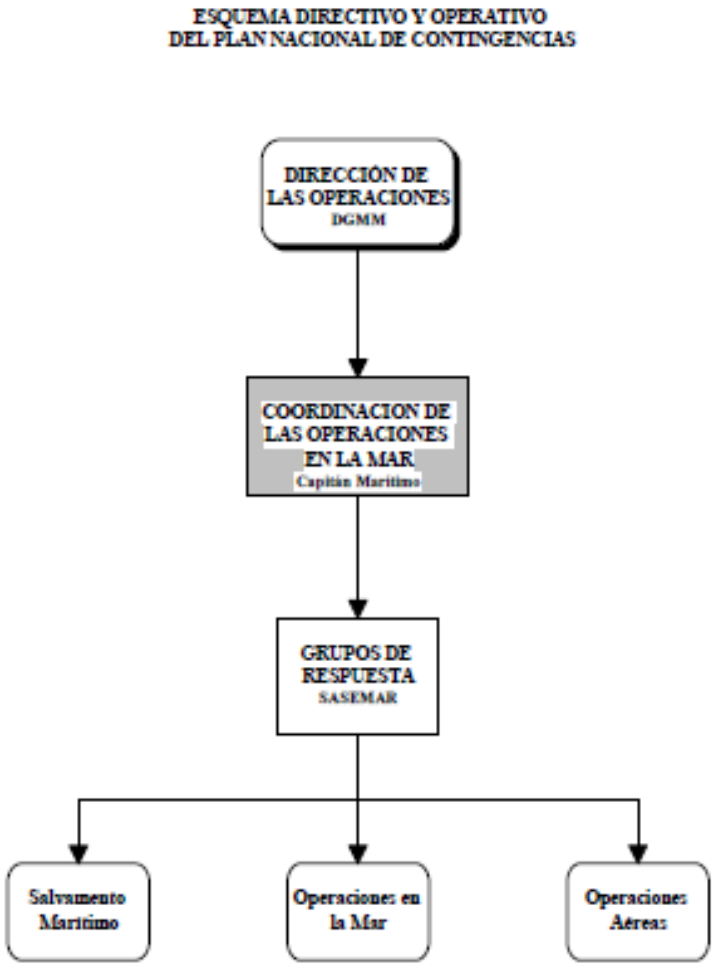
Ejemplo básico de organización para actuación ante un derrame

Activación de los medios de respuesta del plan

En el momento de recibir la información sobre el suceso en la Dirección General de la Marina Mercante y tomada la decisión de activar el Plan Nacional, se constituirá la Dirección de Operaciones, en la Subdirección General de Tráfico, Seguridad y Contaminación Marítima, bajo la Dirección Ejecutiva del Subdirector del Departamento.

Simultáneamente, el Capitán Marítimo de la Zona Marítima afectada, asumirá la Coordinación de las Operaciones, con el apoyo del Centro de Coordinación Regional de Salvamento Marítimo y Lucha contra la Contaminación (CRCS-LCC), correspondiente, estableciendo una comunicación directa con la Dirección de las Operaciones de quien recibirá las instrucciones generales e informará del desarrollo de los acontecimientos.

El siguiente paso será alertar a los medios marítimos y aéreos de la Sociedad de Salvamento y Seguridad Marítima en la zona, comenzando inmediatamente las tareas de salvamento de vidas humanas si fuese necesario.



Esquema directivo y operativo del Plan Nacional de Contingencias.

Evaluación de la situación y establecimiento del" plan operativo"

La evaluación de la situación requiere analizar la primera información recibida así como las medidas inmediatas tomadas (ya que posiblemente esté activado y en ejecución un "Plan Interior" o "Territorial"), y a la vista de todos los factores que intervienen en el suceso considerar las acciones más convenientes, teniendo en cuenta las siguientes premisas:

a) Si existen o no zonas sensibles o recursos importantes amenazados por la contaminación.

b) Si es más aconsejable combatir la contaminación en alta mar o esperar a que se aproxime a la costa

c) Cuales son las características del producto derramado y su efecto sobre el ecosistema.

d)Cual es el resultado de las acciones emprendidas hasta el momento.

Una vez consideradas las alternativas y evaluada la situación se ha de establecer un "Plan Operativo", el cual debe tener en consideración lo siguiente:

a) Determinación de la posible trayectoria de la contaminación mediante la utilización de los programas informáticos de predicción disponibles.

b) Establecimiento de un servicio de vigilancia aérea para verificar las predicciones y obtener información complementaria.

c) Determinación de los puntos de la costa que es prioritario proteger y sistemas más adecuados de protección.

d) Establecer el procedimiento de revisión del "Plan Operativo" en base las progreso de las operaciones y la información adicional obtenida de los observadores y de los propios "Grupos de Respuesta".

e) Establecer los sistemas de comunicaciones entre los "Grupos de Respuesta" y el "Centro de Operaciones", así como de éste con la "Dirección de las Operaciones".

f) Mantenimiento de un control y registro diario de todas las operaciones, resultado de las mismas y equipo utilizado.

g) Confección y difusión de los correspondientes "Partes de Operaciones".

h) Procedimientos para la limpieza. mantenimiento y reparación de los equipos utilizados.

i) Previsiones para el levantamiento de las operaciones, una vez finalizadas estas, y regreso del personal y material a sus lugares de origen.

Partes periódicos de situación y relaciones públicas

En el Centro de Operaciones, los oficiales del mismo confeccionaran los correspondientes "Partes de Operaciones", a intervalos no superiores a 12 horas, los cuales, tras la supervisión del "Coordinador de Operaciones Marítimas" serán retransmitidos a la "Dirección de las Operaciones", que determinará su difusión a través del correspondiente Departamento de Prensa adscrito a la Dirección General de la Marina Mercante.

Si la situación lo requiere se confeccionarán "Partes de Operaciones" específicos de una zona o de los resultados de una operación de respuesta determinada, bajo mandato de la "Dirección de las Operaciones". El "Gabinete de Relaciones Públicas" se constituirá en el Departamento de Prensa de la Dirección General de la Marina Mercante y tendrá a su cargo la redacción de los comunicados y ruedas de prensa a los medios de comunicación y a otros organismos y departamentos.

Comunicaciones operativas

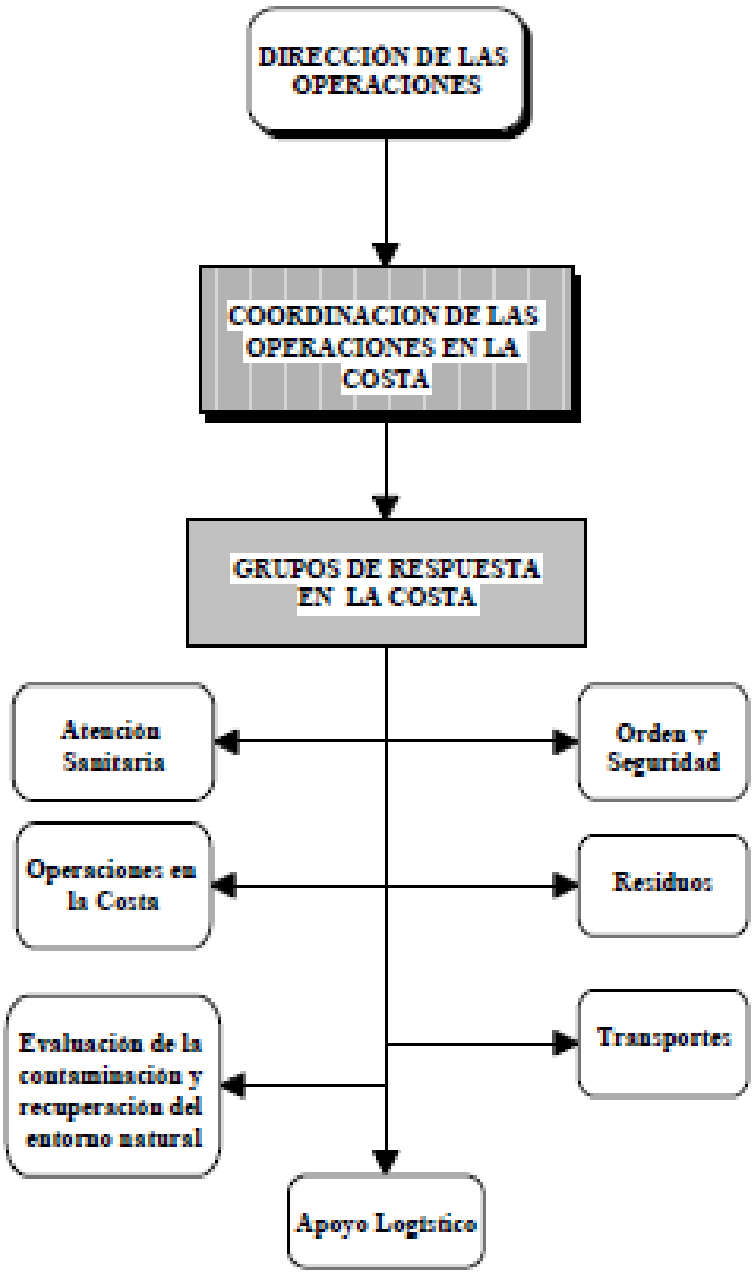
El "Coordinador de las Operaciones", de común acuerdo con los "Jefes de los Grupos de Respuesta", establecerá los medios y frecuencias más convenientes para mantener una comunicación directa con los mencionados Grupos.

Como norma general cada "Grupo de Respuesta" mantendrá el contacto con su respectivo Jefe a través de los canales radio habituales en dicha agrupación, salvo que el Grupo esté integrado por miembros pertenecientes a distintos organismos o existan frecuencias o canales radio repetidos, en cuyo caso se fijarán los más convenientes.

Con independencia de los canales particulares de cada "Grupo de Respuesta", se establecerán al menos dos canales o frecuencias comunes para la recepción de instrucciones generales y al objeto de asegurar alternativas en caso de fallo de alguno de los sistemas particulares de comunicaciones.

Se asegurará también la comunicación entre el "Centro de Operaciones" y la "Dirección de las Operaciones" o el "Organismo Rector", en su caso, por las siguientes vías: radio, teléfono y telefax.

ESQUEMA DIRECTIVO Y OPERATIVO
DE UN PLAN TERRITORIAL



Sistemas de vigilancia de los vertidos

1. Sistemas espaciales de sensores remotos.. ADN sintético para la identificación del hidrocarburo: permite identificar el origen y procedencia de hidrocarburos y fueles, de modo que se permita identificar al buque responsable de la descarga y, por ende, de la contaminación producida.
2. El "EUROCRUDE": Extrae una muestra que se contrasta con las disponibles en una base de datos para identificar el origen del hidrocarburo.
3. El "Nordtest Oil Spill Identification System": Requiere de dos muestras de hidrocarburo para proceder a la identificación, una del derramado y otra del origen sospechado.

   Precisa de una pequeña cantidad de la muestra y su objetivo es ofrecer pruebas suficientes en un juicio contra delitos de ecológicos.
4. Láser Acústico (LURSOR): Se trata de la tecnología más avanzada en identificación de manchas de hidrocarburos en el mar desde el aire. Gracias a unas ondas ultrasónicas, es capaz de medir el grosor de la mancha
5. Láser fluorosensorial (El SLEAF): Recoge datos fluorescentes de la mancha en cuestión lanzando rayos ultravioleta sobre la misma. Las fluorescencias ocasionadas varían e intensidad y color de una forma única para cada tipo de hidrocarburo.
6. Satélites.
7. Sistemas de vigilancia aérea.

Cuantificación de los vertidos al mar

El tráfico marítimo genera cada año más de 20 millones de m3 de residuos de petróleo y otros hidrocarburos en aguas de la Unión Europea.

Son el resultado del transporte de más de 500 millones de toneladas de crudo y cerca de 300 millones de toneladas de productos refinados (fuel, gasóleo, gasolina, benceno, etc.). Un petrolero que transporte unas 150.000 toneladas de crudo pesado puede llegar a generar 800 toneladas de residuos. Lavar sus tanques con agua, originaría otros 6.000 m3 de aguas contaminadas. A ello hay que añadir los residuos que provienen del uso de aceites en los motores o del consumo de combustible. Esto suma un total de unos 10.000 m3 de residuos de hidrocarburos por petróleo al año.

Los derrames producidos por accidentes, solo representan el 25% de los vertidos de hidrocarburos, el resto provienen de las operaciones rutinarias y de las ilegales. Cada año se detectan una media de

3.000 vertidos ilegales de petróleo en mares comunitarios. Casi el 50% se producen en el Mar Mediterráneo.

En los últimos 30 años se ha producido una media anual de unos 50 accidentes de petroleros con vertidos de más de 7 toneladas de crudo y unos 250 de menores dimensiones, aportando un 12% del total de hidrocarburos que terminan en el medio marino, lo que puede llegar a suponer entre 240.000 y 960.000 toneladas. Pero estas cifras no contemplan la totalidad del aporte de hidrocarburos al mar desde buques, ya que las operaciones de rutina añaden un 33% más a éstas8, entre 666.000 y 2.640.000 toneladas. Es decir, 2,75 veces los vertidos debidos a accidentes en petroleros, o entre 8 y 33 veces el vertido realizado por el buque Prestige.

La mayoría de estos vertidos proceden del lavado ilegal de tanques en alta mar y de las operaciones rutinarias de carga, descarga, bunkering, etc. Algunos grandes petroleros pueden llegar a generar unas 800 toneladas de crudo de residuo por carga transportada. Aun así, los datos sobre las cantidades de residuos que llegan a los mares procedentes de buques no estarían completas si no tuviéramos en cuenta otros vertidos, como los de las sentinas, los aceites usados, las aguas oleosas y otros productos que también contienen hidrocarburos.

Los petroleros no son los únicos buques que contaminan el mar con hidrocarburos: cargueros, pesqueros, barcos de recreo o buques de guerra también vierten sus residuos, añadiendo miles de toneladas más a la contaminación marina. Entre accidentes y vertidos ilegales de aceites, sentinas, etc., se calcula que los vertidos de hidrocarburos de buques no petroleros son de cerca de 280.000 toneladas anuales

Se cree que en el Mediterráneo el 75% de las más de 650.000 toneladas de hidrocarburos vertidas a este mar anualmente proceden de las operaciones de buques.

En 1997, la Unión Europea realizó una estima13 de los residuos de hidrocarburos que se generaban en Europa por el tránsito de buques mercantes para identificar la magnitud del problema y la capacidad de las instalaciones de recepción en puerto.

Agencia Europea de Seguridad Marítima.

El naufragio en 1999 del petrolero Erika en la costa francesa y en hundimiento del Prestige en 2002 en la costa española fueron la gota que colmó el vaso. Estos dos

desastres actuaron como revulsivo para crear un nuevo organismo que pudiera actuar como brazo técnico y operativo de los responsables comunitarios, con poder y capacidad para abordar los diferentes retos de la seguridad marítima que pudieran plantearse tanto en aquel momento con en el futuro.

Con esta idea se creó la EMSA en 2003. La Agencia se encarga de prestar apoyo técnico y dar asesoramiento a la Comisión Europea y los Estados miembros en ámbito clave de la seguridad y de supervisar la correcta aplicación de la legislación comunitaria por los diferentes Estados miembros y las organizaciones comunitarias.

La EMSA ha asumido asimismo un nuevo cometido en el ámbito de la lucha contra la contaminación por hidrocarburos, el control por satélite y el sistema de identificación a larga distancia (LRIT). Con todo ello, la Agencia intenta contribuir significativamente a la mejora de la seguridad en aguas comunitarias, y con este fin reconoce la importancia de colaborar de manera eficaz con intereses muy diversos y, en particular, con las instituciones europeas, las autoridades de los Estados miembros, los organismos internacionales y la industria marítima.

Se trata de una tarea de gran envergadura, dada la importancia del transporte marítimo en la Unión Europea, pues a lo largo de sus 100.000 kilómetros de costa, los veintisiete Estados miembros cuentan con 200 puertos comerciales por los que pasa alrededor del 90% del comercio extracomunitario y del 40% del intracomunitario. Cada año pasan por los puertos de la UE 400 millones de pasajeros. Además, el número de petroleros que transportan grandes cantidades de hidrocarburos y otras sustancias peligrosas por zonas sensibles, como los mares y Mediterráneo, Báltico, Negro y Ártico, es cada vez mayor.

Comisión Permanente de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos (CIAIM)

La Comisión Permanente de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos (CIAIM), es un órgano colegiado adscrito al Ministerio de Fomento, encargado de realizar la investigación de los accidentes e incidentes marítimos producidos en o por buques civiles españoles, o en o por buques civiles extranjeros cuando se produzcan dentro de las aguas interiores o en el mar territorial español, así como de los que ocurran fuera del mar territorial español cuando España tenga intereses de consideración.

La investigación tiene un carácter exclusivamente técnico, su fin último es establecer las causas técnicas que lo produjeron y formular recomendaciones que permitan la prevención de futuros accidentes e

incidentes, no estando dirigida en ningún momento a determinar ni establecer culpa o responsabilidad de tipo alguno.

Los resultados de la investigación se plasman en un informe que contempla la información factual en relación con el accidente o incidente, un análisis de la misma, unas conclusiones y unas recomendaciones en materia de seguridad. Estas recomendaciones constituyen el medio que se considera más adecuado para proponer medidas que permitan aumentar la seguridad marítima.

La Comisión Permanente investigará:

- Los accidentes marítimos muy graves; entendiendo por tales aquellos que entrañan la pérdida total de un buque, la pérdida de vidas humanas, o daños graves al medio ambiente
- Otros accidentes e incidentes marítimos, cuando de la investigación puedan obtenerse enseñanzas para la seguridad marítima.

La CIAIM cuenta con personal y medios propios adecuados para el desarrollo de su actividad, así como con la colaboración puntual de organismos y asesores técnicos especialistas.

La Comisión Permanente de Investigación de Siniestros Marítimos se creó por Orden de este Ministerio, de 14 de abril de 1988, teniendo como finalidad la determinación de las causas técnicas de los accidentes marítimos ocurridos en las aguas en las España ejerce soberanía, derechos soberanos o jurisdicción, así como en los buques nacionales comprendidos en el ámbito de aplicación del Real Decreto 1661/1982, de 25 de junio, así como la de formular las recomendaciones a que hubiere lugar para evitar accidentes similares en el futuro.

La Comisión fue regulada por Orden Ministerial de 17 de mayo de 2001. Estaba adscrita directamente a la Dirección General de la Marina Mercante, y su presidente era el Subdirector General de Tráfico, Seguridad y Contaminación Marítima.

El Real Decreto 862/2008, de 23 de mayo ordenó la disolución de la Comisión Permanente de Investigación de Siniestros Marítimos, creando en su sustitución, como Órgano Colegiado adscrito a la Subsecretaría del Ministerio de Fomento, la actual Comisión Permanente de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos, que asumió las funciones que venía desarrollando la anterior.

Se publican ahora los informes técnicos elaborados por la Comisión Permanente de Investigación de Siniestros Marítimos desde el año 2000 hasta su disolución en el año 2008, relativos a aquellos accidentes cuya investigación redundaría en beneficio de la seguridad marítima y de la seguridad de la vida humana en la mar y que era posible a la vista de la información de la que, en cada caso, disponía la Comisión.

Por tanto, la lista de informes técnicos de investigación no incluye a todos los accidentes ocurridos en las aguas españolas o a todos aquellos causados en o por buques españoles fuera de aguas españolas, ya que se han excluido los casos en que ha resultado imposible obtener las pruebas y evidencias necesarias para analizar y determinar las causas técnicas de estos accidentes.

La CIAIM está regulada por el Artículo 265 del Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante, aprobado por Real Decreto Legislativo 2/2011, y por el Real Decreto 800/2011

La Comisión Permanente de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos (CIAIM) cuenta con dos órganos: el Pleno y la Secretaría.

Al Pleno de la Comisión le corresponde validar la calificación que de un accidente o incidente haya hecho previamente el Secretario de la Comisión, así como aprobar los informes y recomendaciones elaborados al finalizar una investigación técnica.

La Secretaría depende del Secretario de la Comisión y lleva a cabo los trabajos de investigación así como la elaboración de los informes que serán aprobados posteriormente por el Pleno. La Secretaría está formada por personal investigador y de apoyo técnico y administrativo. Todos sus miembros son funcionarios del Ministerio de Fomento.

Normativa

El artículo 94 de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del mar (Montego Bay, Jamaica, 1982) insta a los Estados a investigar cualquier accidente marítimo o cualquier incidente de navegación en alta mar en el que se haya visto implicado un buque que enarbole su pabellón.

Igualmente, la regla 21 del capítulo I del anexo del Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar (SOLAS, 1974/1978) obliga a las administraciones de los gobiernos contratantes a investigar todo accidente sufrido por cualquier buque con derecho a enarbolar su pabellón y sujeto a las disposiciones del propio convenio, siempre que dicha investigación pueda contribuir a la introducción de cambios en las reglas que en el mismo se contienen.

Por su parte, la Directiva 1999/35/CE del Consejo, de 29 de abril de 1999, sobre un régimen de reconocimientos obligatorios para garantizar la seguridad en la explotación de servicios regulares de transbordadores de carga rodada y naves de pasaje de gran velocidad, incorporada al ordenamiento jurídico español mediante el Real Decreto 1907/2000, de 24 de noviembre, obliga a los Estados miembros a adoptar las disposiciones que les permitan, a ellos y a otros Estados miembros que tengan interés significativo, participar, colaborar o realizar la investigación sobre accidentes e incidentes marítimos en que se haya visto envuelto un transbordador de carga rodada o una nave de gran velocidad.

Por último, la Directiva 2009/18/CE de 23 de abril de 2009, por la que se establecen los principios fundamentales que rigen la investigación de accidentes en el sector del transorte marítimo, establece las obligaciones de los estados miembros de la UE sobre investigación de accidentes marítimos. Esta

Directiva entró en vigor el 17 de junio de 2011, y ha sido transpuesta al ordenamiento jurídico español mediante dos instrumentos:

1. Artículos 265 y 307.n) del Texto Refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante, aprobado por Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre. Entre otras consideraciones, la Ley dota a los Investigadores de la CIAIM de condición de autoridad pública. También establece un régimen sancionador específico para el incumplimiento de las disposiciones relativas a la investigación de los accidentes marítimos recogidas en la Ley
2. Real Decreto 800/2011, de 10 de junio, por el que se regula la investigación de los accidentes e incidentes marítimos y la Comisión permanente de investigación de accidentes e incidentes marítimos (publicado en B.O.E. de 11 de junio de 2011). Recoge el resto de disposiciones y normas de funcionamiento de la Comisión, y entró en vigor el 17 de junio de 2011

La situación en España

España se encuentra en el camino de las dos principales vías de entrada de hidrocarburos en Europa. Por una parte está la zona del Atlántico y Cantábrico, una de las mayores rutas marítimas de entrada y salida de Europa. Por ella circulan los buques con destino y procedencia de América, África, Asia y Oceanía, sirviendo de tránsito también entre puertos del norte y sur de Europa. Por otra, las aguas del Mediterráneo, paso obligado para todos los petroleros con procedencia o destino hacia el Canal de Suez, así como para el comercio entre el Sur de Europa y los puertos del resto del mundo.

Los puertos españoles registran el 12% del movimiento de mercancías por mar de Europa, con unos 354 millones de toneladas anuales. En cuanto al comercio de hidrocarburos, la cifra es cercana a los 120 millones de toneladas año. Poco más de la mitad corresponde a crudo, repartiéndose el resto entre fuel-oil, gasóleo, gasolina y otros derivados36.

Los países miembros de la Organización Marítima Internacional (OMI) y firmantes de MARPOL están comprometidos, por medio del Anexo I y sus Reglas, a disponer de instalaciones de recepción de residuos en puerto. Además, según la Directiva 2000/59/EC, los países de la Unión Europea están obligados a poner en marcha dichas instalaciones para prevenir la contaminación del mar.

Calculo de la mancha de hidrocarburo

Las de una mancha de hidrocarburo y las condiciones hidrometeorológicas a las que está expuesto son muy importantes para analizar adecuadamente un siniestro ya que nos permite predecir el movimiento y transformaciones que esta mancha puede tener.

Se ha comprobado de manera experimental que una mancha de hidrocarburo flotante se moviliza influenciada por el viento a un 3 % de la velocidad del mismo. Asimismo en presencia de corrientes superficiales la mancha se verá influenciada en un 100 % por la velocidad de estas. Por lo tanto el hidrocarburo se trasladará a través de un vector resultante entre el viento y las corrientes superficiales, en las proporciones mencionadas, sumado a otros factores como por ejemplo las mareas.

Los modelos de derrames pueden ser muy confiables, no obstante lo cual las predicciones sobre los movimientos y posible destino de la mancha de hidrocarburo en el mar deben ser verificadas a través de una vigilancia aérea regular.

Es difícil distinguir desde el aire entre hidrocarburo derramado y otro tipo de fenómeno como sombras de nubes, bosques de algas en aguas poco profundas, sedimentos de ríos, diferencia de color en dos masas de agua adyacentes, etc. Es por esta razón que es necesario, una vez identificado una posible mancha de hidrocarburo desde el avión, sobrevolar el área lo suficientemente bajo como para permitir una verificación positiva.

Es importante contar con conocimientos de campo, de las condiciones hidrometeorológicas y de las propiedades del hidrocarburo para realizar una correcta evaluación de la situación.

La apariencia de los hidrocarburos derramados en el mar varía según sus propiedades y los cambios físicos y químicos que haya sufrido por los procesos de curtido por la intemperie. Inicialmente las partes más gruesas y densas aparecen como áreas negras compactas, mientras que a medida que avanza el proceso de emulsificación el color se torna marrón, anaranjado o amarillento. En contraposición las partes más delgadas y menos densas tienen apariencia de películas iridiscentes o plateadas. Estas características son relevantes no solo para la identificación y seguimiento de una mancha sino también para su cuantificación, tres elementos fundamentales para la implementación de acciones eficientes contra derrames de hidrocarburos.

Para poder evaluar el posible desplazamiento de mancha de hidrocarburos derramado en el mar, será necesario estudiar una serie de factores que influyen directamente en su movimiento como don los vientos y las corrientes , así como unos procesos combinados que se presentan a continuación

Influencia de las corrientes

El desplazamineto de una mancha producida por el derrame de hidrocarburos en el mar está directamente influenciado por las corrientes y mareas dominantes en el lugar, más cuanto menor sea la fuerza del viento , a que esta mancha prácticamente se va desplazar en la misma dirección y a la misma velocidad que la superficie del agua sobre la que está depositada.

Influencia del viento

La influencia que el viento tiene sobre el desplazamiento de una mancha de hidrocarburos es evidente .Dicho viento , al rozar la superficie del agua , crea una corriente superficial ;a cual es prácticamente nula a escasos milímetros por debajo de la superficie.

Como norma general la mancha se moverá en la dirección del viento y a una velocidad comprendida entre el 2% y el5#5 de la fuerza del mismo , medida a unos 10 metros por encima de la superficie del agua . Para hacer previsiones sobre el movimiento de las manchas en alta mar, de utiliza como norma general el 3%.

Procesos combinados .Evolución y desplazamiento de las manchas.

De una forma sencilla , se puede hacer una predicción aproximada del desplazamiento de una mancha de hidrocarburos tomando como únicas referencias la influencia de los vientos y corrientes. Haciendo una descomposición de fuerzas , nos encontramos con que la fuerza resultante nos daría la información requerida .

Atendiendo a la realidad el tema es más complejo que lo anteriormente explicado .

Se tendrá que realizar un estudio de los fenómenos naturales y meteorológicos y del uso adecuado de las informaciones obtenidas va a depender poder predecir con más exactitud el comportamiento y evolución de la macha . En la actualidad existen programas o modelos más o menos complejos , efectuados por programas informáticos basados en datos.

Ejemplo práctico

Durante un reconocimiento aéreo, se observa flotando en cierta área del mar una mancha de crudo con brillo color plateado. A una velocidad de vuelo constante de 150 nudos, lleva 65 segundos y 35 segundos

cruzar la mancha a lo ancho y a lo largo, respectivamente. El porcentaje cubierto por "mousse de chocolate" (emulsión de hidrocarburo y agua) dentro del área marina contaminada fue del 10%, y el de zonas brillantes 90%.

A partir de la información anterior, es posible calcular la longitud del área contaminada.

Longitud: 65 segundos × 150 nudos ÷ 3600 (segundos en una hora) = 2,7 millas náuticas

Ancho: 35 segundos × 150 nudos ÷ 3600 (segundos en una hora) = 1,5 millas náuticas

Esto da un área total de aproximadamente 4 millas náuticas cuadradas o 14 kilómetros cuadrados.

Volumen del área con mousse:

10% (porcentaje cubierto) de 14 (kilómetros cuadrados) × 100 (volumen aproximado en metros cúbicos por kilómetro cuadrado. El volumen de hidrocarburo presente es de aproximadamente 700 metros cúbicos, considerando que 50% del mousse es agua.

Volumen del área con brillo:

90% de 14 × 0.1 equivale a aproximadamente 1,3 metros cúbicos de hidrocarburo. El ejemplo previo sirve también para demostrar que aunque la sustancia brillante puede cubrir un área relativamente grande con la superficie del mar, realiza un aporte insignificante al volumen del hidrocarburo presente. Por lo tanto, es de gran importancia distinguir entre el brillo, el hidrocarburo más espeso y las emulsiones.

Pueden usarse cálculos vectoriales para determinar la dirección de la mancha de hidrocarburos usando la velocidad del viento y la corriente.

A = velocidad del viento = 20 nudos Norte (3% impacto del viento)

B = velocidad de la corriente = 5 nudos Sudeste (100% impacto de la corriente)

C = dirección de la mancha

TIPOS DE CRUDOS Y CARACTERÍSTICAS

Al hablar de petróleo hay que distinguir entre crudos y productos refinados. Los crudos son mezclas complejas de varios hidrocarburos de diverso peso y estructura molecular, que van desde las sustancias simples y muy volátiles hasta los compuestos asfálticos que no se pueden destilar. Los productos, derivados del proceso de refinado del crudo, tienen unas propiedades físicas y químicas que dependen de la naturaleza de los crudos y de los distintos procesos a que se hayan sometido. Entre los distintos productos podemos encontrar gasolinas, queroseno, gasóleo, fueloil (ligero, medio y pesado), o aceites lubricantes.

Los hidrocarburos derramados en el mar sufren una serie de procesos que modifican sus características y su comportamiento: propagación, deriva, evaporación, disolución, dispersión, emulsificación, sedimentación, biodegradación y fotooxidación. El conocimiento de esos procesos y la forma en que interactúan para alterar la naturaleza del petróleo es muy valioso en la lucha contra los derrames, tanto en la mar como en tierra si el petróleo llega a alcanzar las costas.

Crudos

Los crudos son mezclas complejas de hidrocarburos con pesos y estructuras moleculares diversos que comprenden tres grupos químicos principales: parafínico, nafténico y aromático. Estos hidrocarburos van desde sustancias simples altamente volátiles hasta ceras complejas y compuestos asfálticos que no pueden ser destilados. Pueden combinarse con oxígeno, nitrógeno, azufre, vanadio, níquel, sales minerales, etc. en distintas proporciones. Las características de la mayoría de los crudos están comprendidas dentro de las siguientes gamas:

- *Densidad relativa,* kg/m3 a 15ºC: 800 a 980
- *Punto de ebullición inicial*, ºC: 30 a 125
- *Viscosidad cinemática, centistokes* (cSt) a 40ºC: 3 a 100 (pero puede llegar hasta 20000)
- *Punto de fluencia*, ºC: -30 a +25 (pero puede ser inferior o llegar a 40)
- *Punto de inflamación* (Abel) ºC: -18 a 190
- *Azufre*, % en peso: 0,08 a 5
- *Ceras*, % en peso: hasta 15
- *Asfaltenos,* % en peso: hasta 5

- *Vanadio,* ppm V: 5 a 170

A menudo las denominaciones de los crudos se derivan o asocian con su origen geográfico, por ejemplo, crudo de las colinas del norte de Alaska. Cada crudo posee propiedades físico-químicas singulares que pueden variar tanto entre hidrocarburos de la misma zona como entre distintas regiones del mundo. Sus propiedades físicas y cómo se comportan cuando se produce un derrame, junto con sus propiedades químicas, determinantes de su toxicidad, son factores importantes que influyen en la respuesta al derrame de hidrocarburos y al impacto que éstos puedan tener en los distintos recursos marinos.

Los crudos más ligeros y más volátiles tienden a ser altamente fluidos y se extienden con rapidez además de desprender un fuerte olor, tener una elevada velocidad de evaporación y ser normalmente inflamables. Penetran en los substratos porosos pero no tienden a adherirse a las superficies duras y pueden resultar altamente tóxicos. Los crudos más pesados y menos volátiles poseen una diversidad de características que dependen de sus propiedades específicas. Son fluidos en diferentes grados, poseen una gama de velocidades de evaporación y pueden resultar inflamables. A medida que la temperatura aumenta pueden tener más tendencia a penetrar en sustancias porosas, pero los crudos más viscosos y pegajosos no penetran con facilidad aunque se adhieren a las superficies duras. Algunos de los crudos más pesados son sólidos a temperatura ambiente, tienen una toxicidad relativa y no penetran en las superficies porosas. Pueden fundirse al calentarse y formar una capa sobre las superficies duras que en ocasiones resulta difícil de eliminar.

Productos petrolíferos

Los productos derivados de la refinación de los crudos poseen unas características físico-químicas que dependen de la naturaleza de los crudos y de los distintos procesos a los que hayan sido sometidos. Por lo general, muchos productos refinados tienden a poseer unas características bien definidas y predecibles ya que un producto como la gasolina y el petróleo contienen compuestos similares de hidrocarburos dentro

de una banda ajustada de temperaturas de destilación. Sin embargo, los fuel-oil residuales, tales como los intermedios y los pesados, son más diversos. Estos hidrocarburos suelen estar formados por residuos viscosos y alquitranados procedentes de la refinación de crudo y mezclas complejas de compuestos alifáticos y aromáticos pesados, alquitranes y asfaltenos. También pueden añadirse los residuos céreos procedentes de la limpieza de los tanques de almacenamiento de crudo a los residuos procedentes de la refinación de crudo. Estos residuos se mezclan con fuel-oil ligeros o derivados para satisfacer las especificaciones relativas a viscosidad y punto de inflamación. Las características de ciertos fuel-oil intermedios o pesados dependerán de los crudos a partir de los cuales deriva el residuo así como de la naturaleza de cualquier hidrocarburo u otros derivados con los que se han mezclado para cumplir con una prescripción concreta.

Comportamiento del hidrocarburo derramado al mar

Al producirse un derrame de hidrocarburo al mar, es necesario determinar si éste se dispersará rápidamente o permanecerá por tiempo prolongado sobre la superficie del mar, es decir, si el hidrocarburo es persistente o no persistente.

La persistencia en tiempo de los hidrocarburos derramados al mar, depende principalmente de sus propiedades físicas y químicas iniciales, así como de la cantidad de que se trate, de las condiciones climatológicas e hidrometeorológicas prevalecientes y la acción del hombre. Es importante tener en consideración si el petróleo permanece en mar afuera o es trasladado a la costa.

Algunos de estos cambios hacen que los hidrocarburos desaparezcan de la superficie del mar mientras que otros hacen que los hidrocarburos persistan. Aunque el medio marino consiga finalmente asimilar los hidrocarburos derramados, el tiempo que tarde este hecho en producirse depende de las características físico-químicas de los hidrocarburos y de los procesos naturales de meteorización que puedan tener lugar.

Las propiedades específicas tienen una gran importancia ya que influyen en el comportamiento de los hidrocarburos sobre la superficie del mar y en su velocidad de disipación mediante procesos naturales.

Definición del volumen de derrame

Para el propósito de combatir un derrame, se usan los siguientes volúmenes basados en la reglamentación OPA/901[1]

Derrame medio probable	50 barriles
Derrame máximo más probable	2.500 barriles

Peor caso de derrame: (El volumen total de carga y combustible)	
Hidrocarburos del Grupo 1	192.072 barriles
Hidrocarburos del Grupo 2	158.176 barriles
Hidrocarburos del Grupo 3	149.389 barriles
Hidrocarburos del Grupo 4	137.193 barriles

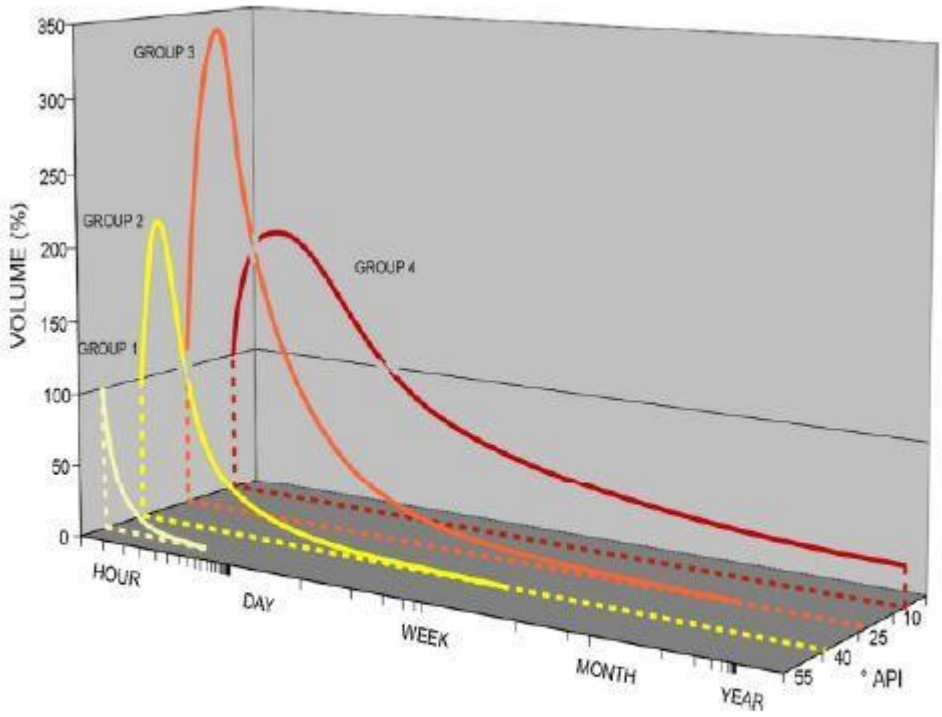
Tabla: Derrame de hidrocarburos en barriles.

Al considerar el destino de los hidrocarburos derramados al mar, se hace frecuentemente una distinción entre hidrocarburo[1]

- **No-persistentes,** los cuales tienden a desaparecer rápidamente de la superficie de la mar, los hidrocarburos no-persistentes incluyen :
- Gasolina,Nafta,Queroseno…
- **Persistentes**, se disipan más lentamente y normalmente requieren una reacción de limpieza, los hidrocarburos persistentes incluyen
- La mayoría de los crudos y productos refinados pesados, con diferentes grados de persistencia dependiendo de sus propiedades físicas y del tamaño del derrame.

*La definición de no-persistencia está basada en las características de destilación de los hidrocarburos bajo condiciones standard de laboratorio.

[1] [1]OPA*: Oil Pollution Act



Persistencia de los hidrocarburos en la mar y % de Volumen de hidrocarburo emulsionado con el agua, comparado con el volumen inicial derramado. Fuente ITOPF.

Propiedades físico químicas de los hidrocarburos

Peso específico relativo

La gravedad API, o grados API, de sus siglas en inglés American Petroleum Institute, Es la relación entre la masa de una sustancia y la masa de un mismo volumen de agua. Afecta al movimiento del derrame, extensión y dispersión en el agua es una medida de densidad que, en comparación con el agua, precisa cuán pesado o liviano es el petróleo. Índices superiores a 10 implican que son más livianos que el agua y,

por lo tanto, flotarían en ésta (Al agua en donde se inicia la escala de valores de la densidad expresada en grados API, le pertenece un valor de 10 °API.). La gravedad API se usa también para comparar densidades de fracciones extraídas del petróleo. Por ejemplo, si una fracción de este aceite flota en otra, denota que es más liviana, y por lo tanto su grado API es mayor.

Matemáticamente la gravedad API carece de unidades Sin embargo, siempre al número se le aplica la denominación grados API. La gravedad API se mide con un instrumento denominado hidrómetro.

Cuanto más ligero es un crudo, mayor es su número de °API. Los valores del peso específico relativo en °API para los crudos normales oscila entre 5 a 60 °API. En general, los crudos ligeros poseen un peso específico elevado en °API, pequeña viscosidad, escasa tendencia aditiva y alta tendencia a emulsificarse.

Por ejemplo Dado un crudo en el que su grado API sea menor que 1, éste flotará en el agua es decir que el crudo será ligero.

También hay que tener en cuenta que los °API se incrementarán en función del tiempo, para un crudo derramado, como consecuencia de los procesos de evaporación y envejecimiento.

Los hidrocarburos con una densidad específica baja (API alto), son ricos en componentes volátiles y de alta fluidez.

Los crudos ligeros, tienen un peso específico elevado en ºAPI, pequeña viscosidad, escasa tendencia aditiva y alta tendencia a emulsionarse. Lo contrario sucede para crudos pesados.

La densidad de una mancha aumenta a medida que sufre los procesos físicos, químicos y biológicos porque las fracciones más ligeras son las más volátiles.

Los grados API sirven igualmente para determinar el precio de un determinado crudo, ya que cuanto mayor sea el valor en ºAPI mayor es la proporción de crudo utilizable, sobre todo en fracciones ligeras (gasolina, nafta ligera, etc.).

Los grados API se utilizan asimismo para determinar el precio de un crudo determinado, dado que cuanto mayor sea el valor en °API, mayor es la proporción de crudo utilizable, principalmente en fracciones ligeras (nafta, nafta ligera, etc). Según la densidad, los crudos pueden ser clasificados en:

CLASIFICACIÓN DE LOS HIDROCARBUROS MÁS CORRIENTES DE ACUERDO CON SU DENSIDAD

GRUPO	DENSIDAD	EJEMPLOS
GRUPO I	< 0,8	Gasolina, Queroseno
GRUPO II	0,8 – 0,85	Gas Oil, Crudo Abu Dhabi
GRUPO III	0,85 – 0,95	Crudo Arabian Light, Crudos del Mar del Norte (por ejemplo: Forties)
GRUPO IV	> 0,95	Fuel Oil Pesado, Crudos de Venezuela

Hidrocarburos no-persistentes(GRUPO I)

Según el "International Oil Pollution Compensation (IOPC) Found" se definen los hidrocarburos no-persistentes o del Grupo I como los que en el momento de su carga:
a) Como mínimo el 50% del volumen destila a una temperatura de 340ºC (645ºF).
b) Como mínimo el 95% del volumen destila a una temperatura de 370ºC (700ºF).
Cuando son analizados por el método de la ASTM D86/78.
Además la densidad es < 0,8.

Grupo I
Gravedad Específica **< 0.8** (°API>45)

B Viscosidad cSt @ 15°C: **0.5 - 2.0**
C % ebullición por debajo de 200°C: **50-100%**
D % ebullición por encima de 370°C: **0%**

	B	C	D
Gasolina	0.5	100	0
Nafta	0.5	100	0
Queroseno	2.0	50	0

[2]

Especificaciones grupo I

[3]*Hidrocarburos persistentes (GRUPO III)*

Definición:

[2] ASTM*: American Society for Testing and Materials

[3] Nota*: (Unidad de viscosidad cinemática "Centistokes")
1 cSt = 10-6 m2/s

Son hidrocarburos que no alcanzan los criterios de destilación para los hidrocarburos no-persistentes (Grupo I), y tienen una densidad entre 0,8 y 0,85.

Grupo II
Gravedad Específica **0.8 - 0.85** (°API **35-45**)

A Punto de Fluidez °C
B Viscosidad cSt @ 15°C: **4 – sólido Promedio cSt**
C % ebullición por debajo de 200°C: **10-48% Promedio 35%**
D % ebullición por encima de 370°C: **0-40% Promedio 30%**

Punto de Fluidez alto 5°C*

	A	B	C	D
Argyll	9	11	29	39
Amna	18	s	25	30
Arjuna	27	s	37	15
Auk	9	9	33	35
Estrecho Bass	15	s	40	20
Beatrice	12	32	25	35
Bunyu	18	S	29	12
Cormorant	12	13	32	38
Dunlin	6	11	29	36
Esclavos	10	9	35	15
Es Sider	9	11	31	37
Mezcla Gippsland	15	s	40	20
Lucina	15	s	30	34
Liviano de Nigeria	9	s	35	27
Nlnian	6	13	29	40
Qua Iboe	10	7	37	8
Rio Zulia	27	s	34	30
San Joaquín	24	s	43	20
Santa Rosa	10	4	34	27
Sarir	24	s	24	39
Seria	18	s	37	15
Thstle	9	9	35	38
Zuetina	9	9	35	30

Especificaciones grupo II

*Estos hidrocarburos sólo se comportarían como el Grupo II a temperaturas ambiente por encima de su punto de fluidez. A temperaturas menores deben tratarse como los del Grupo IV.

Punto de Fluidez Bajo

	B	C	D
Abu Dhabi	7	36	31
Berri	9	36	35
Beryl	9	35	34
Río Brass	4	45	17
Brega	9	38	32
Brent Spar	9	37	32
Ekofisk	4	46	25
Kirkuk	11	35	36
Kole Marine	11	46	35
Montrose	7	35	31
Murban	9	34	30
Murchison	7	36	20
Qatar Marine	9	36	33
Mezcla Sahara	4	36	23
Sirtica	7	36	27
Stratfjord	9	48	32
Zakum	7	44	31
Gasoil	5	34	

Clases de Hidrocarburos clase II.

Hidrocarburos persistentes (Grupo III)

Son hidrocarburos que no alcanzan los criterios de destilación para los hidrocarburos no-persistentes (Grupo I), y tienen una densidad entre 0,85 y 0,95.

Grupo III
Gravedad Específica **0.85 - 0.95** (°API **17.5 - 35**)

A Punto de Fluidez °C
B Viscosidad cSt @ 1 5°C: **8 - sólido Promedio 275 cSt**
C % ebullición por debajo de 200°C: **14-34% Promedio 25%**
D % ebullición por encima de 370°C: **28-60% Promedio 45%**

Punto de Fluidez Alto >5°C*	**A**	**B**	**C**	**D**
Bakr	7	1500	14	60
Belayim (marino)	15	s	22	55
Cabinda	21	s	21	52
El Morgan	7	30	25	47
Mandij	9	70	21	53
Soyo	15	s	21	48
Mezcla Suez	10	30	24	49
Trinidad	14	s	23	28
Zaire	15	s	18	55
Punto de Fluidez Bajo		**B**	**C**	**D**
Arabe Liviano		14	30	40
Arabe Mediano		25	29	45
Arabe Pesado		55	25	49
Buchan		14	31	39
Champion Export		18	15	39
Flotta		11	34	26
Forcados		12	18	26
Forties		8	32	34
Irani Pesado		25	29	36
Khafji		80	25	44
Kuwait		30	29	49
Maya		500	25	46
Nigeria Medio		40	14	49
Santa María		250	22	40
Tia Juana Liviano		2500	24	54
Combustible mediano	1500-3000			

*Estos hidrocarburos solo se comportarían como los del G-III a tra. ambiente por encima de su pto. de fluidez. A tras. menores deben tratarse como a los hidrocarburos del grupo IV.

Clases de Hidrocarburos Grupo III.

Hidrocarburos persistentes (GRUPO IV)

Definición:

Son hidrocarburos que no alcanzan los criterios de destilación para los hidrocarburos no-persistentes *(Grupo I*), y tienen una densidad mayor de 0,95.

Grupo IV
Gravedad específica **> 0.95** (°API < **17.5**)
Punto de Fluidez **>30°C**

A Punto de Fluidez °C
B Viscosidad cSt @ 1 5°C: **1500 - sólido**
C % ebullición por debajo de 200°C: **3-24% Promedio 10%**
D % ebullición por encima de 370°C: **33-92% Promedio 65%**

D	A	B	C	
Bachaquero pesado	-20	5000	10	60
Bahía	38	S	24	45
Boscan	15	S	4	80
Bu Attifil	39	S	19	47
Cinta	43	S	10	54
Cyrus	-12	10000	12	66
Duri	14	S	5	74
Gamba	23	S	11	54
Handil	35	S	23	33
Mezcla pesada del Lago	-12	10000	12	64
Jatibarang	43	S	14	65
Jobo/Morichal	-1	23000	3	76
Lagunillas	-20	7000	9	73
Merey	-23	7000	10	66
Minas	36	S	17	53
Panuco	2	S	3	76
Pilón	-4	S	2	92
Quiriquire	-29	1500	3	88
Shangli	21	S	9	70
Taching	35	S	12	49
Pesado Tía Juana	-1	S	3	78
Wafra Eocene	-29	3000	11	63
Combustible pesado (Bunker C)		5000-30000		

Clases de hidrocarburos clase IV

Grupos API de Hidrocarburos

Grupo	Clasificación	ºAPI	Densidad (Kg/m3)
I	gasolinas	-	-
II	crudo liviano, diésel	ºAPI > 31.1	<870
III	crudo mediano	22,3 > ºAPI < 31,1	920-870
IV	crudo pesado, residuales	10 > ºAPI < 22,3	1000-920
V	crudo extra-pesado	ºAPI < 10	>1000

Viscosidad

La viscosidad es una medida de la resistencia interna al flujo, resultante de los efectos combinados de la cohesión y la adherencia. Un fluido que no tiene viscosidad se llama fluido ideal, en realidad todos los fluidos conocidos presentan algo de viscosidad, siendo el modelo de viscosidad nula una aproximación bastante buena para ciertas aplicaciones.

Se denomina viscosidad de un hidrocarburo a su resistencia al flujo .El valor depende de la constitución química del mismo, por lo que cuanto mayor es la proporción de fracciones ligeras, menor es la viscosidad.

Esta disminuye a mayor temperatura y viceversa , por lo que sufre un cambio de gran importancia durante los procesos de envejecimiento que afectan al derrame.

Esta característica física , influye la velocidad de esparcimiento , en el espesor final de la mancha , en su penetración en los sedimentos de las playas y costas , así como en la mayor o menor dificultad para bombearlo en el momento de su recuperación.

Los valores de la viscosidad de los diferentes tipos de crudo oscila entre 1.93cST para el Brass River y 3730 para el Tia Juana pesado.

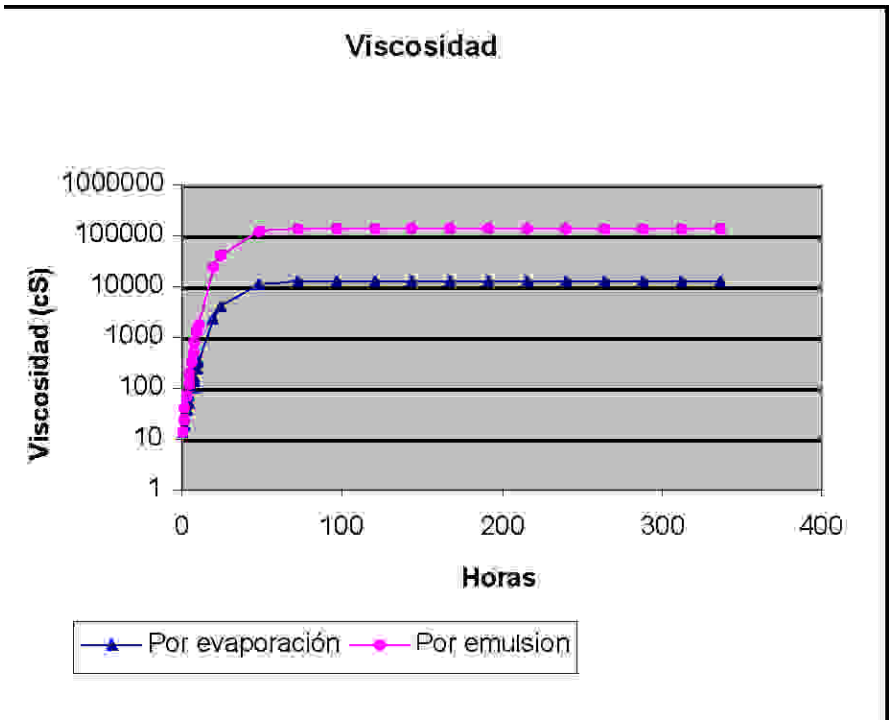
La viscosidad es una de las características más importantes de los hidrocarburos en los aspectos operacionales de producción, transporte, refinación y petroquímica. La viscosidad, se obtiene por varios métodos y se le designa por varios valores de medición. Es muy importante el efecto de la temperatura sobre la viscosidad de los crudos, en el yacimiento o en la superficie, especialmente concerniente a crudos pesados y extrapesados.

- Efecto de la temperatura sobre la viscosidad: el efecto de la temperatura sobre la viscosidad de un líquido es notablemente diferente del efecto sobre un gas; en el caso de los gases la viscosidad aumenta con la temperatura, mientras que en caso de los líquidos, esta disminuye invariablemente de manera marcada al elevarse la temperatura. Al aumentar la temperatura del crudo se disminuye su viscosidad debido al incremento de la velocidad de las moléculas y, por ende, tanto la disminución de su fuerza de cohesión como también la disminución de la resistencia molecular interna al desplazamiento.

- Efecto de la presión sobre la viscosidad: el efecto de la presión mecánica aumenta la viscosidad. Si el incremento de presión se efectúa por medios mecánicos, sin adición de gas, el aumento de presión resulta en un aumento de la viscosidad. Este comportamiento obedece a que está disminuyendo la distancia entre moléculas y, en consecuencia, se está aumentando la resistencia de las moléculas a desplazarse.

- Efecto de la densidad sobre la viscosidad: Se define como el cociente entre la masa de un cuerpo y el volumen que ocupa. La densidad de un cuerpo está relacionado con su flotabilidad, una sustancia flotara sobre otra si su densidad es menor. Mientras más denso sea el fluido, mayor será su viscosidad.

.



Tensión superficial

Las moléculas de un líquido se atraen entre sí, de ahí que el líquido esté "cohesionado". Cuando hay una superficie, las moléculas que están justo debajo de la superficie sienten fuerzas hacia los lados, horizontalmente, y hacia abajo, pero no hacia arriba, porque no hay moléculas encima de la superficie. El resultado es que las moléculas que se encuentran en la superficie son atraídas hacia el interior de éste. Para algunos efectos, esta película de moléculas superficiales se comporta en forma similar a una membrana elástica tirante (la goma de un globo, por ejemplo). De este modo, es la tensión superficial la que cierra una gota y es capaz de sostenerla contra la gravedad mientras cuelga desde un gotario. Ella explica también la formación de burbujas.

La tensión superficial se define en general como la fuerza que hace la superficie (la "goma" que se menciona antes") dividida por la *longitud* del borde de esa superficie (OJO: no es fuerza dividida por el área de la superficie, sino dividida por la longitud del perímetro de esa superficie). Por ejemplo,

$$\gamma = \frac{F}{2l}$$

donde *F* es la fuerza que debe hacerse para "sujetar" una superficie de ancho *l*. El factor 2 en la ecuación se debe a que una superficie tiene dos "áreas" (una por cada lado de la superficie), por lo que la tensión superficial actúa doblemente.

Esta propiedad, junto con la viscosidad, afecta también a la extensión del crudo derramado, tanto en la superficie del agua, como en la de la playa o en el suelo.

Cuanto menor es la tensión superficial del crudo, mayor es su velocidad potencial de propagación. Cuanto mayor es la temperatura del crudo derramado, menor es la tensión superficial del crudo y, por lo tanto, es mayor la velocidad de propagación.

Punto de vertido

Es la temperatura a la cual un crudo deja de fluir. Esto se debe a que el crudo adquiere una estructura plástica o semisólida, como consecuencia de la formación interna de una estructura microcristalina, lo que anula los efectos de la tensión superficial y viscosidad.

El punto de vertido está comprendido entre -57 y +32ºC. Los crudos más ligeros son los que tienen menor punto de vertido. Como ejemplo, la gasolina derramada en agua de mar permanecerá líquida, mientras que Bunker C (+2ºC de punto de vertido) llega a ser sólido si la temperatura ambiente es inferior a la del agua del mar.

El punto de vertido del crudo es una de sus más importantes características con respecto al impacto que sobre la costa pueda tener. Así, el fuel-oil Bunker C, derramado por el petrolero "Arrow" en 1970, tenía un punto de vertido de +1,1ºC.

Como la temperatura del agua en la Bahía de Chedabucto (Canadá) era inferior al punto de vertido en el momento del derrame, el fuel-oil tenía una consistencia semisólida cuando llego a la costa. Una vez en la costa, como la temperatura ambiente era mayor (primavera) a la del punto de vertido, el fuel-oil Bunker C pasó a fase fluida, penetrando profundamente en la arena de la playa. Debido a que llego a la playa en estado semisólido y, por tanto, sin envejecimiento, el efecto contaminante fue mucho mayor.

La gasolina y las demás fracciones ligeras están normalmente a una temperatura superior a la del punto de vertido, mientras que las fracciones pesadas o alquitranes están normalmente por debajo del punto de vertido y sólo fluirán cuando la temperatura ambiente esté suficientemente alta (entre 15 y 20ºC).

Como consecuencia, si la temperatura de la costa no es elevada, las gasolinas y fracciones ligeras penetran fácilmente en la arena, mientras que las pesadas permanecen sobre ellas, en donde se pueden recoger mecánicamente.

Punto de inflamación

Se conoce como punto de inflamación , la temperatura a partir de la cual un líquido desprende vapores en cantidad suficiente para formar una mezcla inflamable .

Los vapores, entonces desprendidos , se inflamaría n al ser expuestos a una fuente de ignición .

Este es un factor muy importante en relación con la seguridad en las operaciones de limpieza. El peligro de inflamación es mucho mayor cuando predominan las fracciones ligeras, mientras que si en el crudo son más abundantes las fracciones pesadas , tal peligro de inflamación no existe.

Solubilidad

Es el proceso mediante el cual una sustancia (soluto) se disuelve en otra sustancia

(disolvente).

En este caso crudo en agua. La solubilidad del crudo en agua es generalmente menor de 5 ppm. Las fracciones más solubles suelen ser las más ligeras, mientras que las más insolubles son las fracciones pesadas, por lo que las fracciones ligeras son más nocivas para los microorganismos al extenderse en mayor medida.

Punto de ebullición

Se define el punto de ebullición como la temperatura a la cual el líquido hierve a presión normal.

Del valor del punto de ebullición inicial , depende la velocidad a la que se evaporarán los hidrocarburos. Cuanto más bajo sea , mayor será la velocidad de evaporación.

Procesos Naturales

Un hidrocarburo derramado en el agua experimenta una serie de cambios físicos y químicos que es importante conocer con el objeto de desarrollar el adecuado plan de contingencia ante un derrame.

Las características del producto derramado , las condiciones climatológicas y las características del medio marino son factores a tener muy en cuenta antes de llevar a cabo cualquier tipo de operación ya que , dependiendo de estos factores, puede ocurrir que no sea necesario efectuar acción alguna .

El derrame en alta mar de un producto ligero , con vientos o corrientes que arrastren la mancha mar adentro , alejándola de zonas sensibles a la contaminación , puede hacernos ver que el hidrocarburo se disiparán naturalmente y en una proporción considerable antes de poder actuar directamente sobre la mancha.

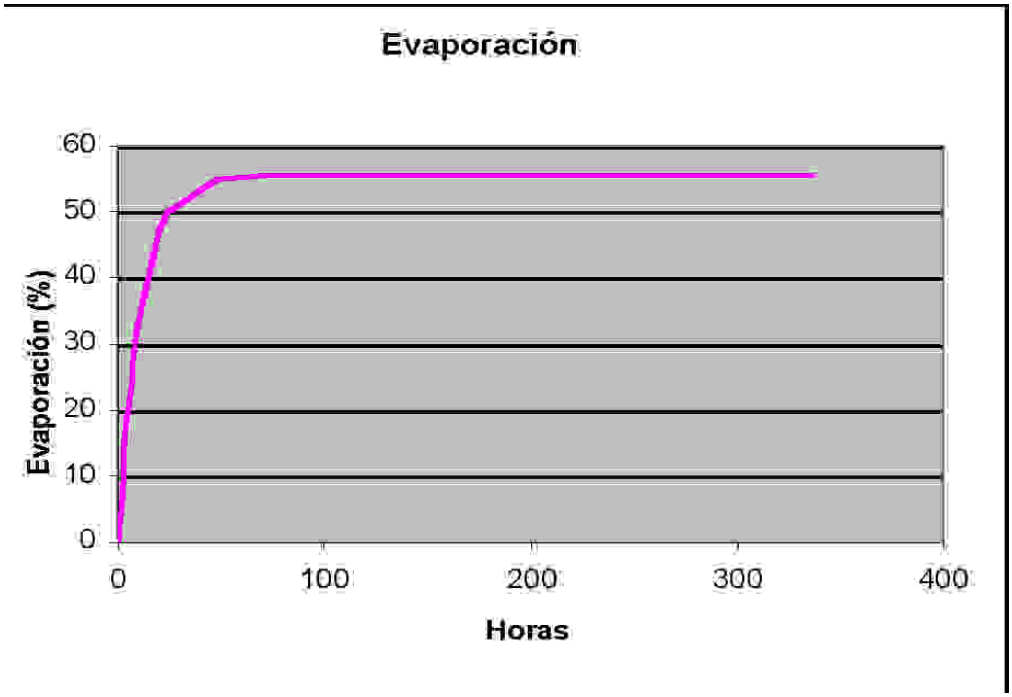
Evaporación

Es el proceso más importante de eliminación de los hidrocarburos de la superficie del mar. El grado de evaporación de un hidrocarburo está básicamente determinado por la volatilidad del mismo. Así pues , la evaporación será mayor al aumentar la proporción de componentes con bajos puntos de ebullición .

Los componentes volátiles , con puntos de evaporación inferiores a los 200 ºC se evaporan dentro de las 24 horas posteriores al derrame . De esta forma, derrames de queroseno o gasolina , pueden evaporarse totalmente en pocas horas y los crudos ligeros llegar a perder hasta el 40% durante el primer día .

Después de producirse la evaporación , aumentarán la viscosidad y densidad de los residuos del producto derramado lo cual nos hará variar a la hora de escoger la técnica de limpieza más adecuada.

Ante derrames de hidrocarburos muy volátiles en zonas confinadas en los primeros momentos en que la fase de evaporación está el pleno desarrollo , deberán extremarse las precauciones ante riesgos de incendio e incluso explosión.

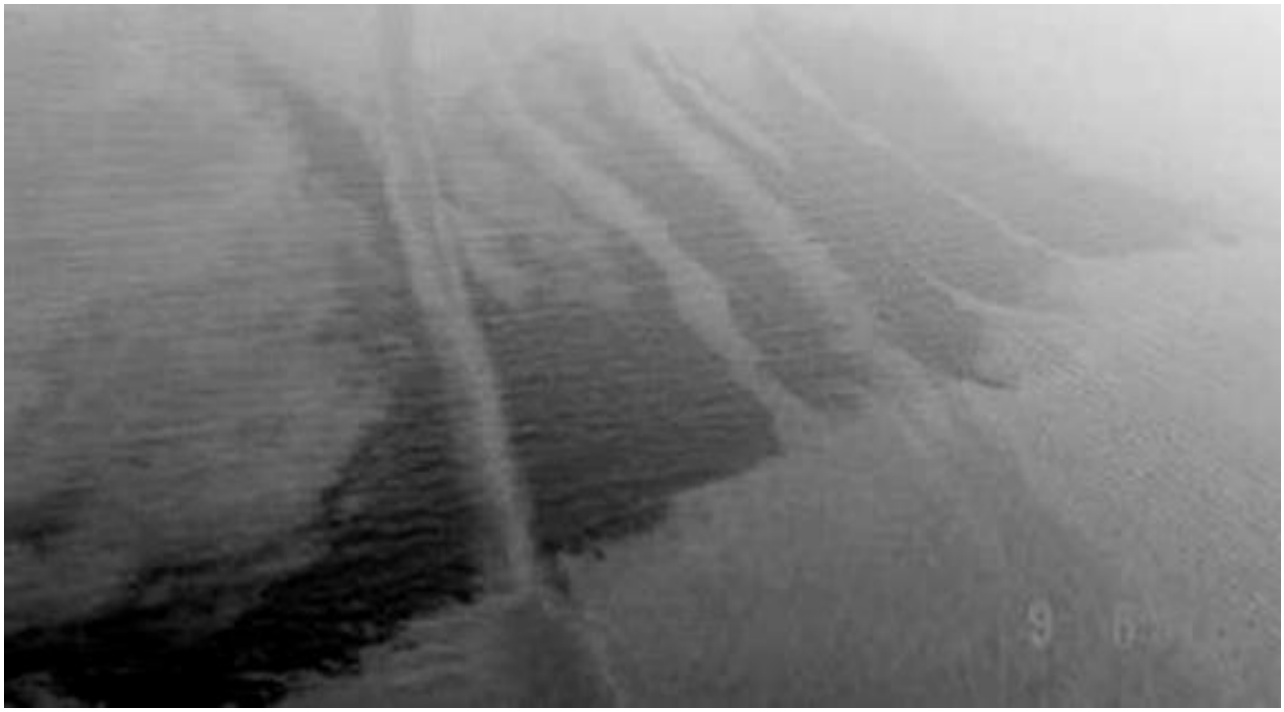


Esparcimiento

El esparcimiento o propagación de una mancha de hidrocarburos en el mar es el proceso más rápido y significativo en las etapas iniciales de un derrame. Posteriormente va disminuyendo hasta prácticamente detenerse en un plazo comprendido entre uno y diez días , dependiendo, fundamentalmente , de la cantidad derramada y jugando un papel digno a tener en cuenta , la viscosidad del hidrocarburo y su punto de fluidez .

A las pocas horas del derrame la mancha comienza a desgarrarse formando estrechas franjas hileras o jirones , paralelas a la dirección del viento . En esta fase el papel que jugaba la viscosidad del producto pierde parte de su importancia , quedando aquella a expensas del estado de la mar, vientos y corrientes .

A partir de las 12 horas del derrame , la gran extensión alcanzada por la mancha , que puede superar los 5 km cuadrados , dificultará las labores de contención y recuperación del hidrocarburo derramado.



Dispersión

El grado de dispersión natural de una mancha producida por derrame de hidrocarburos depende fundamentalmente de la naturaleza del mismo y del estado del mar.

En su fase de esparcimiento el grosor de la mancha de un hidrocarburo que permanece fluido va disminuyendo , quedando en su parte posterior capas muy finas de espesor inferior del mar , actúan sobre éstas capas produciendo gotas de diferentes tamaños que se mezclan con la capa de agua .

Las más pequeñas permanecen en suspensión , volviendo las más grandes a la superficie donde , bien se fusionan con otras gotas para formar una nueva mancha o bien se esparcen formando una capa o película muy delgada.

Sin embargo los hidrocarburos de tipo más viscoso tienden a formar en la superficie del mar "grupos " sólidos o gruesos con poca tendencia a dispersarse y que pueden persistir por periodos de tiempo considerables.

Emulsificación

En la mayoría de los crudos y ante la existencia de un aporte de energía (efecto de las olas sobre la mancha derramada), se produce una emulsión de agua con relativa facilidad. Este proceso puede aumentar el volumen contaminante hasta 4 veces su valor , absorbiendo el hidrocarburo una cantidad de agua que puede llegar al 80% en volumen.

Al irse desarrollando este proceso , el efecto del movimiento del hidrocarburo en el mar ocasiona que las gotas de agua absorbidas se hagan más pequeñas , produciendo así una emulsión cada vez más viscosa. Al ir aumentando la cantidad , la densidad de la emulsión se aproxima a la de aquella . Si al mismo , partículas sólidas en suspensión se depositan sobre la masa emulsionada, ésta puede llegar a hundirse y depositarse en el fondo .

El tiempo de formación de una emulsión varía considerablemente según el tipo de hidrocarburo del que se trate . Si este es de baja viscosidad la emulsión puede formarse en pocas horas mientras que para los hidrocarburos más viscosos hacen falta días para que ésta se lleve a cabo.

La característica más notable de una tabla de emulsión de agua de hidrocarburos es su color rojo-pardo o naranja , frecuentemente conocido como "mousse de chocolate "debido a su consistencia . Este tipo de emulsiones se forman con hidrocarburos de un contenido de asfáltenos superior al 0,5%.

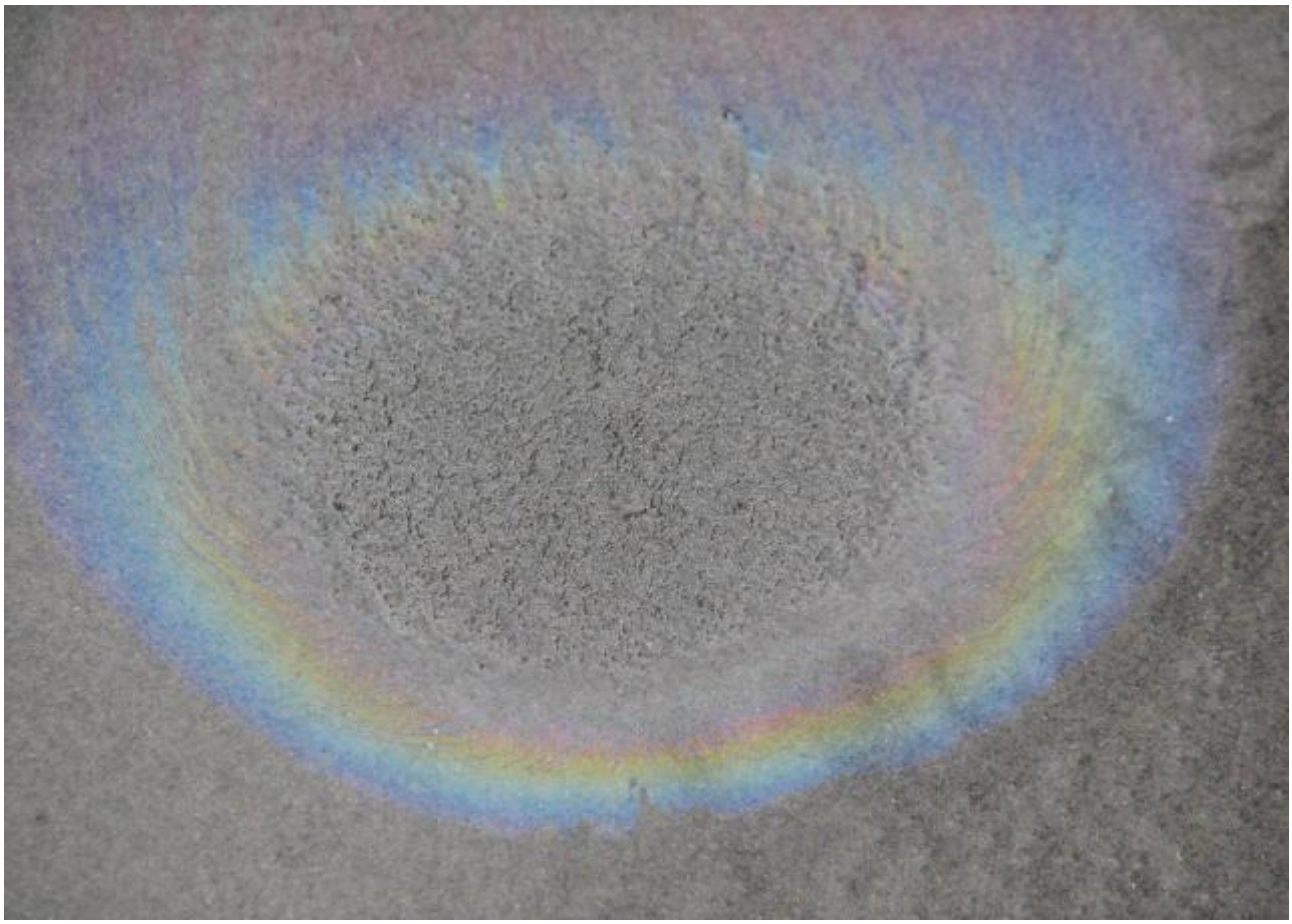
Las emulsiones pueden volver a separarse en hidrocarburos y agua al producirse un aumento de la temperatura por efecto de la luz solar y bajo unas condiciones de mar en calma.

Disolución

El grado y poder de disolución de un hidrocarburo depende de diversos factores tales como su composición , grados de esparcimiento y de dispersión , temperatura y estado del mar...etc

Los productos ligeros , especialmente la rama de los hidrocarburos aromáticos como el benceno y el tolueno , tienen un alto grado de solubilidad , pero su concentración disuelta en agua después de un derrame , rara vez alcanza una parte por millón pues al ser tan volátiles se evaporan mucho antes de alcanzar la disolución .

Por el contrario los componentes pesados de los hidrocarburos se hacen prácticamente insolubles en el agua del mar.



Oxidación

La oxidación es otro de los procesos naturales de "envejecimiento de petróleo" y se produce al reaccionar los hidrocarburos con el oxígeno bien para desdoblarse en productos solubles o bien formando alquitranes persistentes.

Mientras las distintas partículas del hidrocarburo se encuentra en el agua , el fenómeno de oxidación se verá favorecido tanto por la agitación como por la emulsificación , así como por la radiación solar .Otros factores que contribuyen positivamente a la oxidación son la presencia de sales minerales disueltas en el agua del mar y de algunos metales presentes en el petróleo.

Las capas más finas de una mancha de hidrocarburo expuesta a una luz solar intensa pueden disiparse a razón de un 0,1% cada 24 horas . Por el contrario , el defecto de oxidación en capas de hidrocarburos más

gruesas es menos efectivo debido a la formación de compuestos de alto peso molecular que la cubren como una capa protectora externa.

Sedimentación

Son muy pocos los crudos lo suficientemente densos para que sus residuos se hundan en aguas de mar, con densidades próximas a 1,025. El hundimiento se produce , generalmente , cuando al hidrocarburo se adhieren partículas de sedimento o materia orgánica . Existen , sin embargo , algunos hidrocarburos residuales pesados con gravedades específicas mayores de 1 y por lo tanto susceptibles de hundirse en aguas dulces o salobres.

Las aguas poco profundas facilitan la sedimentación ya que es normal que éstas aguas contengan partículas sólidas en suspensión .Los mismo sucede con hidrocarburos atrapados en costas arenosas , que con el efecto de las mareas de crudo , una vez mezclado con la arena puede ser barrido por las olas y llegar a hundirse.

Las capas de hidrocarburos pueden llegar a enterrarse y desenterrarse sucesivamente debido a los ciclos estacionales de acumulación y erosión de sedimentos.

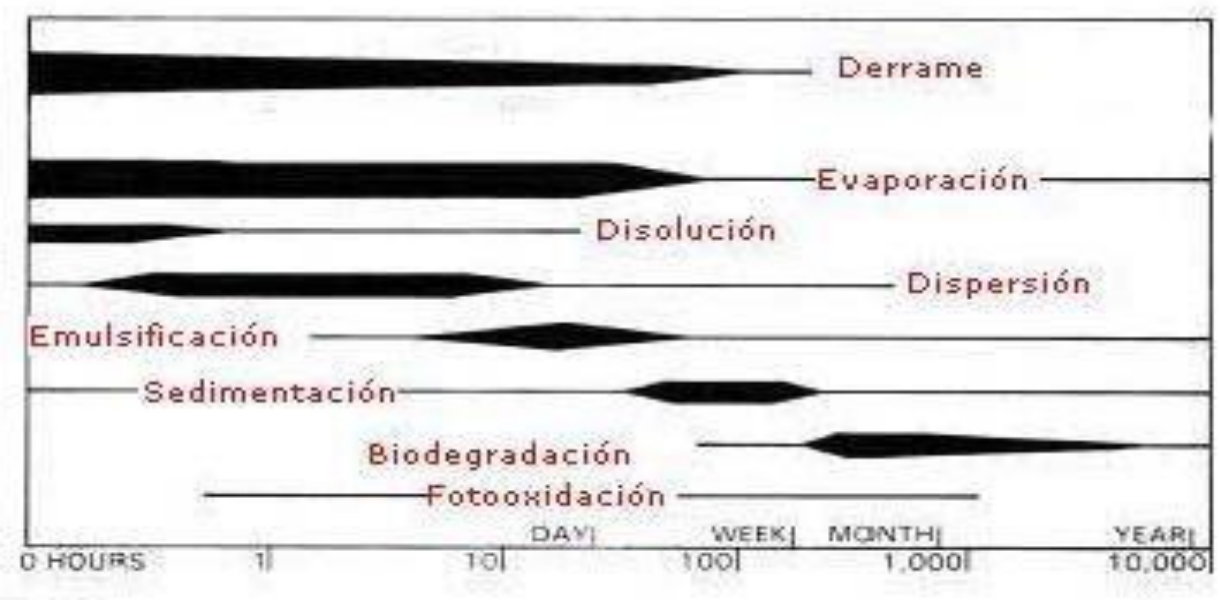
Biodegradación

La biodegradación o bioxidación es posiblemente el proceso natural más importante de eliminación de materia orgánica contaminante , al transformarse en dióxido de carbone y agua . Autores como Zo Bell afirman que éste fenómeno es la causa principal de que los océanos no estén actualmente cubiertos de aceite.

Micro-organismos marinos como bacterias, hongos y levaduras, contenidos en el agua del mar, utilizan hidrocarburos como fuente de energía para crecer y desarrollarse . Dichos micro-organismos que habitan

en grandes cantidades en el agua de mar se localizan más abundantemente en aguas normalmente contaminadas, como zonas de descarga s industriales o de aguas no tratadas de alcantarillados urbanos.

Debido a que el medio en que viven los micro-organismos es el agua del mar, la biodegradación solamente puede producirse en la interfase hidrocarburo/agua. Una mayor dispersión del hidrocarburo facilitará y aumentará los efectos de este proceso natural.



Contención

Cuando se produce un vertido de hidrocarburos al mar, aunque sean muy viscosos o densos, los contaminantes flotan y tienden a extenderse por la superficie del agua. Si no se toman las medidas oportunas, la mancha cubrirá una gran superficie en un tiempo relativamente corto, con la posibilidad de llegar a la costa o zonas sensibles del litoral. Por esta razón, en caso de vertidos de hidrocarburos siempre es preferible contener y recoger o incluso tratar los contaminantes cuando estos se encuentran en el mar, que permitir su expansión y/o llegada a la costa donde su tratamiento y retirada implican mayor dificultad. El uso de barreras de contención en estos casos es una estrategia que permite impedir la propagación del vertido y facilitar su recogida o desviar su trayectoria para evitar que llegue a zonas especialmente sensibles a una contaminación de este tipo. Dado que el despliegue y el funcionamiento de las barreras están fuertemente condicionados por la meteorología y el medio físico, se tendrá en cuenta una gran variedad de factores para evaluar la efectividad de esta estrategia en el control de un vertido. Por

ello en este documento se describen las bases técnicas y operativas para el diseño y utilización de barreras.

Para la contención de hidrocarburo flotante es necesaria la utilización de algún tipo de barrera, para luego recuperarlo o desviarlo hacia zonas de sacrificio y así alejarlo de las áreas sensibles. Se han desarrollado varios tipos diferentes de barreras para hidrocarburos como ser:

Barreras disponibles comercialmente

- Sistemas de redes
- Barreras de burbujas
- Barreras químicas
- Barreras sorbentes
- Barreras y vallas improvisadas

Las condiciones particulares de cada lugar determinarán la selección de la barrera más adecuada. Asimismo la disponibilidad y la posibilidad de acceso influyen en dicha selección.

BARRERAS

Componentes de una barrera

Existe en el mercado una gran variedad de barreras, con unos diseños que pueden variar considerablemente, a pesar de que normalmente todos contienen cinco elementos básicos:

• **Francobordo:** constituye la parte emergida de la barrera, y su función es impedir o reducir la fuga por salpicaduras.

• **Faldón:** es la parte sumergida de la barrera, que impide o reduce la fuga de hidrocarburos por debajo de la barrera. Acostumbra a estar formado por una o varias capas de lona resistente al agua y los hidrocarburos. Algunos modelos proporcionan faldones permeables al agua.

• **Flotador***:* es el elemento que mantiene la barrera en la superficie del agua. Puede ser de aire (hinchable) o de materiales flotantes.

• Elementos de amarre y fondeo: son el conjunto de elementos diseñados para resistir la tracción producida por los vientos, oleajes y corrientes, y mantener la barrera posicionada en un lugar determinado. Los elementos de amarre consisten en cables, cabos o cadenas, que se unen a anclas o muertos, o bien fijaciones terminales especiales que unen los extremos de la barrera a conexiones en tierra.

• **Elementos de lastrado**: están formados por cadenas de acero, plomo u otros materiales pesados o cámaras de agua, y se integran en la parte inferior de las barreras para asegurar la verticalidad del faldón, que debe actuar de barrera.
El material con el que están hechas puede ser de PBC, las cuales pueden resecarse con el sol e hidrocarburos; o de caucho con cubierta de poliamida.
Hay dos categorías generales de diseños de barreras:

PROPIEDADES BÁSICAS

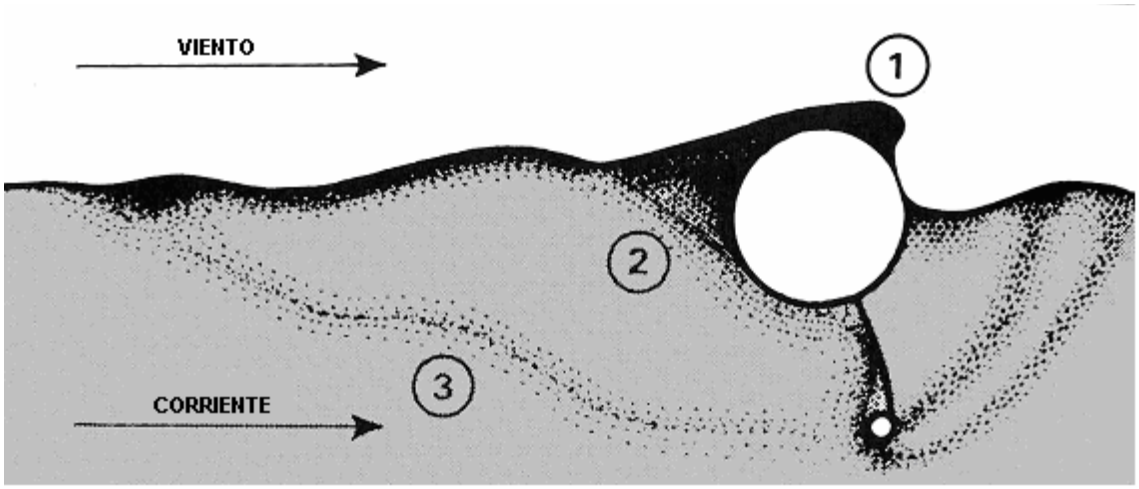
Material

Los materiales empleados y el proceso de fabricación son fundamentales, pues influyen en la robustez y resistencia a la acción de los agentes atmosféricos, hidrocarburos, productos químicos o detergentes. El material del que están compuestas las barreras debe ser resistente a los hidrocarburos y al agua, y duradero en las condiciones normales de almacenaje. Debe ser resistente también a las tensiones asociadas a su despliegue y utilización y a las condiciones ambientales a las que se exponen (irradiación solar y temperatura). En el caso que deban ser usadas para la contención de hidrocarburos y combustión in situ tendrán que ser, además, resistentes al fuego. De forma análoga, cuando se utilicen barreras en combinación con dispersantes se deberán asegurar que los materiales de fabricación de las barreras sean compatibles con las sustancias químicas utilizadas.
El material más ampliamente utilizado en la fabricación de barreras de contención de derrames de hidrocarburos es el PVC (Cloruro de Polivinilo), debido a su resistencia y a su coste relativamente bajo respecto a otros materiales como el PU (Poliuretano), que presenta un comportamiento similar. También se fabrican algunas barreras en neopreno, que presenta una mayor resistencia a la tracción, pero resulta más pesado y presenta menor durabilidad.

Capacidad de Retención de Hidrocarburos

La principal propiedad de una barrera debe ser su capacidad para retener o desviar hidrocarburos, la cual está determinada por su comportamiento respecto al movimiento de la superficie del mar. Debe ser suficientemente flexible para adaptarse al oleaje, y suficientemente rígida para retener la máxima cantidad de hidrocarburos posible.
La capacidad de una barrera para retener hidrocarburos depende de su geometría y de su facilidad para adaptarse a la superficie del mar, que se modifica por la acción del oleaje. Se

pueden producir fugas de hidrocarburos a través de la barrera por diversos motivos



Salpicaduras que superan el francobordo (1).

• Corrientes subsuperficiales generadas por una velocidad excesiva mientras son remolcadas (2).

• Pérdidas por fuentes de hidrocarburos inyectados por la acción turbulenta del viento y el oleaje (3).

• Conexiones defectuosas entre barreras o entre éstas y la costa.

• Amarraje defectuoso o lastrado insuficiente.

• Vuelco

Capacidad de retención de una barrera

Una barrera debe ser capaz de adaptarse al perfil de la ola t seguir su movimiento , como si de la misma ola se tratase. Para lograrlo tienen gran importancia el tamaño, y los elementos de tensión y flotabilidad . Una barrera dejará de ser efectiva para retener el crudo , cuando se dé una de las siguientes causas o una combinación entre ellas.

Acción de las olas y el viento que producen salpicaduras por encima del francobordo.

Conexiones defectuosas en tramos de barrera.

Vuelco.

Pérdidas por debajo del faldón por una velocidad excesiva del remolque o debido a la intensidad de la corriente.

Efecto de las corriente

Con corrientes que incidan perpendicularmente a la barrera y tengan una intensidad superior a 0,7 nudos , la barrera deja de ser eficaz y comienzan las pérdidas por debajo de la misma. Para controlar estas pérdidas es necesario reducir el ángulo formado por la barrera y la corriente , de tal manera que ésta resbale a través de la barrera. En el caso de las corrientes en mar abierto , el efecto de éstas puede ser controlado reduciendo la velocidad relativa entre el remolcador y la corriente, trabajando al mismo rumbo si es posible , en cualquier caso la velocidad de la barrera no deberá ser superior a 1 nudo.

Efecto de las corrientes de marea

En los estuarios , rías y costas cerradas y abrigadas , los flujos de las mareas suelen producir corrientes de cierta intensidad , que en caso de no tener en cuenta cuando se desplieguen las barreras , éstas resultarán ineficaces y probablemente dañadas y deterioradas. Para evitarlo, se hará necesario colocar otras barreras en la dirección prevista , según ciclos de manera que siempre son conocidos , así mismo se ha de poner especial atención en los anclajes , evitando que las barreras sufran daño cuando cambie la dirección de las corrientes .

Efecto de las olas

La superficie líquida sobre la que deben actuar las barreras tiene además de la complejidad de las corrientes , la particularidad del oleaje, siendo éste uno de los principales aspectos a tener en cuenta en el diseño de una barrera . La relación entre la altura de la ola y su frecuencia , y el diseño y flexibilidad de una barrera , nos dará la eficacia de la misma en condiciones adversas.
En general se requiere que la barrera , nos darán la eficacia de la misma en condiciones adversas .
En general se requiere que la barrera se adapte perfectamente a la ola , debiendo ser lo suficientemente flexible para lograr este efecto.
Las peores olas para el comportamiento de las barreras, son las de periodos cortos , producidas por vientos racheados , que generan grandes turbulencias en su encuentro con la barrera siendo causa de que existan pérdidas sobre el francobordo.

Geometría y funcionalidad de las barreras

En general, las dimensiones óptimas de una barrera están condicionadas por el estado del

mar en el que se despliega. En general, el francobordo debe ser suficientemente elevado como para impedir las salpicaduras, y el faldón tendrá un calado similar.

En relación a la longitud, las secciones cortas facilitan el manejo y protegen la integridad del conjunto en el caso de fallar una de las unidades, aunque dificultan una adecuada conexión entre módulos, dado que estas conexiones interrumpen el perfil de la barrera y pueden favorecer las pérdidas si coinciden con zonas de acumulación del hidrocarburo.

En el mercado existen muchas barreras que han sido diseñadas para ofrecer un rápido despliegue de forma segura y con la utilización de poco personal. Las barreras deberán tener preferentemente una baja presión de inflado y una alta relación entre flotabilidad y peso. Esta relación les permite una mejor adaptación al movimiento de la superficie del mar, sobretodo en situaciones de fuerte oleaje y mar abierto. El diseño de conectores adecuados debe facilitar y acelerar el despliegue de las barreras, así como la utilización de elementos que faciliten su despliegue, recogida y estiba (carreteles, contenedores de almacenaje y estiba, etc.) Cada tramo de las barreras deberá estar equipado con conexiones rápidas y de tipo estándar para facilitar su unión a otras barreras o a otros elementos de sujeción.

Otras características importantes son la resistencia ante las condiciones ambientales, facilidad y velocidad de despliegue (sobre todo en situaciones de cambios meteorológicos rápidos),la seguridad, el peso y el coste. Además, debe tenerse en cuenta la robustez de estos materiales y su dificultad de uso, sobre todo por parte del personal no experto

En aguas tranquilas o con poco oleaje es más conveniente utilizar barreras con flotadores cilíndricos. Estos flotadores deben dotarles de flotabilidad y balance casi nulo, así como una oscilación vertical rápida. En aguas interiores o sin oleaje se suelen emplear barreras de flotadores planos.

Para asegurar la contención de derrames en playas y zonas de poco calado dónde existan fuertes corrientes (zonas de amplio rango de marea, ríos, estuarios, etc.) existen barreras selladoras compuestas por cámaras de aire y agua. Este tipo de barrera se apoya contra el fondo o la playa, sellando la interfase tierra-agua e impidiendo totalmente el paso del hidrocarburo a través de la misma, lo que permite aislar la contaminación en determinados sectores de costa.

En aguas expuestas o en costa pueden emplearse barreras de flotadores planos dispuestos en forma de L, que presentan gran estabilidad y flotación frente a condiciones duras de oleaje, viento, etc. Existen también barreras de tipo permanente, dotadas de flotadores rígidos que pueden permanecer fondeadas durante largos periodos o incluso de forma permanente. En este caso es fundamental que los materiales que las constituyen presenten una gran resistencia al paso del tiempo y a las condiciones del agua de mar. Algunas de estas barreras son sumergibles, de forma que pueden cerrar temporalmente dársenas y sumergirse puntualmente para permitir el paso de embarcaciones.

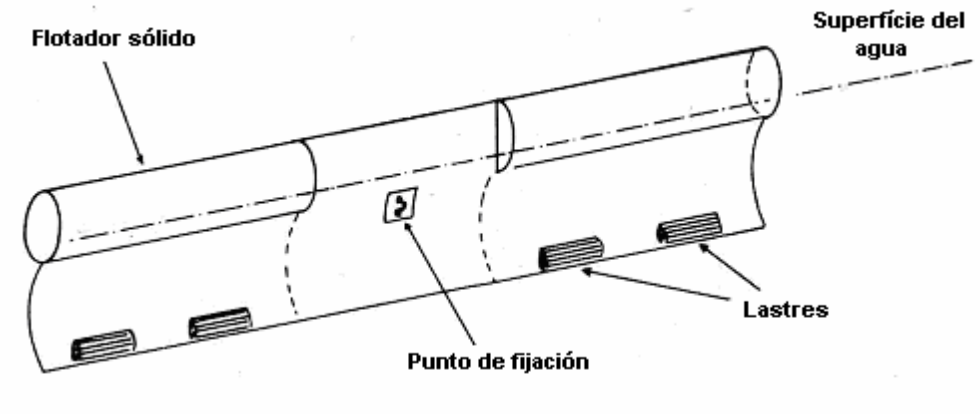
Barreras de Cortina: Poseen un faldón o malla flexible sub-superficial continua que se sostiene por una cámara de flotación sólida o de aire, generalmente de sección transversal circular. Las barreras de flotación por aire ocupan poco espacio de almacenamiento ya que se desinflan, mientras que las de flotación sólida, que son más resistentes a los daños, ocupan un gran espacio de almacenamiento. Las barreras de cortina poseen una buena capacidad de adaptarse a las olas, velocidades de escape moderadas y son relativamente fáciles de limpiar.

Barreras de Valla: Poseen una sección transversal más plana manteniéndose verticalmente en el agua por flotación integral o externa. En estas barreras se utiliza más la flotación sólida, en caso de utilizar flotadores externos estos pueden generar turbulencias que ocasionen escapes de hidrocarburos en corrientes de mediana velocidad. Además son voluminosos para almacenar y difíciles de limpiar. Por lo general las barreras de valla son más adecuadas para ser utilizadas en aguas tranquilas con bajas velocidades de corrientes, como golfos, dársenas con poca amplitud de mareas entre otros.

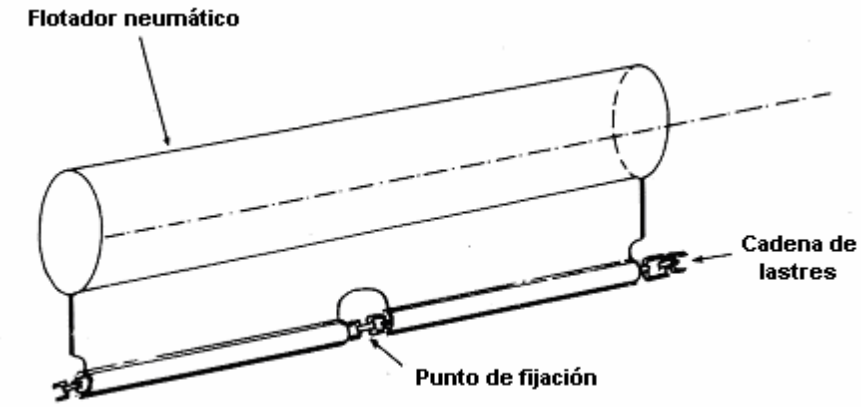
Ambos tipos de barreras, los de cortina y de valla, poseen características similares, como ser el apuntalamiento y/o lastre integral para mantenerlas verticales en el agua, conectores para unir las

secciones, y puntos para remolque y anclaje.

Barrera de flotador macizo: es una barrera de tipo cortina, con un flotador hecho de un material ligero (goma espuma o similar) y un faldón compuesto por lona con lastres (equiespaciados) en su parte inferior. Estas barreras acostumbran a estar compuestas por módulos unitarios de 15-20 metros que se unen entre sí mediante piezas de conexión, para facilitar su manipulación

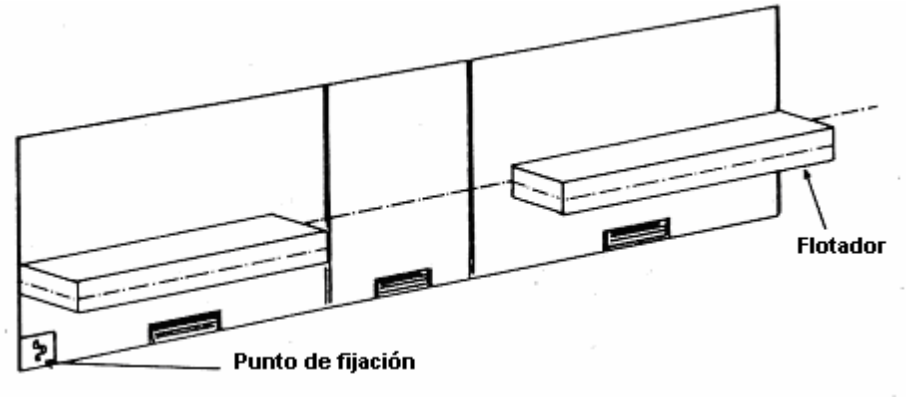


Barrera inflable: barrera de tipo cortina con un flotador consistente en una cámara de aire tubular. Se hincha mediante una bomba de baja presión, aunque existen barreras dotadas de estructuras internas en forma de muelle y válvulas de retención que permiten hincharse automáticamente (ver Figura 24 y Figura 25). El faldón es de lona resistente a los hidrocarburos y al agua, con lastres de cadena. Algunas de las barreras con mayor longitud presentan la posibilidad de ser deshinchadas y sumergidas cuando no están en uso



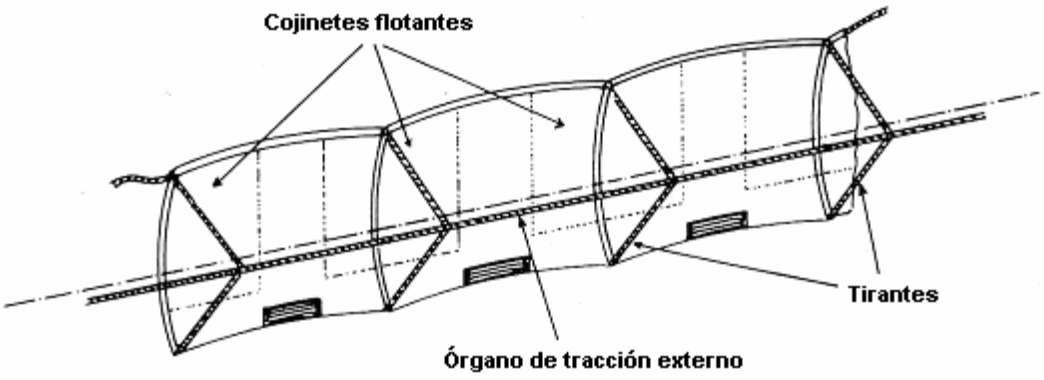
Barrera de valla: está constituida por una única pantalla que forma el francobordo y el

faldón. Los flotadores van colocados lateralmente a intervalos y los lastres acostumbran a estar fijados equiespaciadamente, en la parte inferior de esta pantalla.



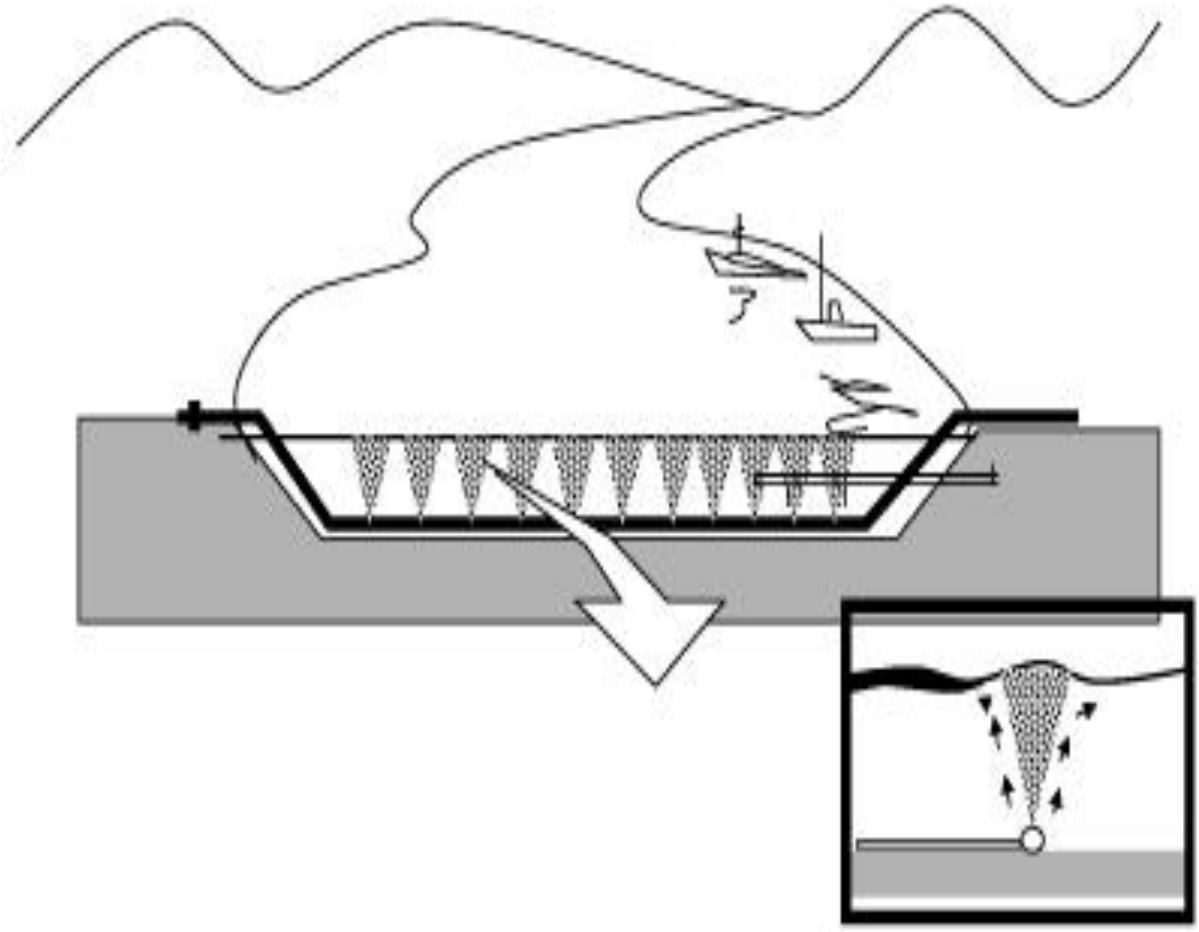
***Barreras de sellado litoral*:** se trata de barreras compuestas por tres cámaras independientes que recorren toda su longitud. La cámara superior contiene aire para favorecer la flotación, y las dos inferiores están llenas de agua. Actúa como barrera flotante convencional y cuando la marea baja la barrera se deposita en el fondo, proporcionando un sellado eficaz.

Barreras de tracción: son barreras equipadas con un elemento de tracción externo que amortiza las tensiones sobre la barrera producidas por el viento, oleaje y corrientes, mejorando su resistencia



Barreras neumáticas:

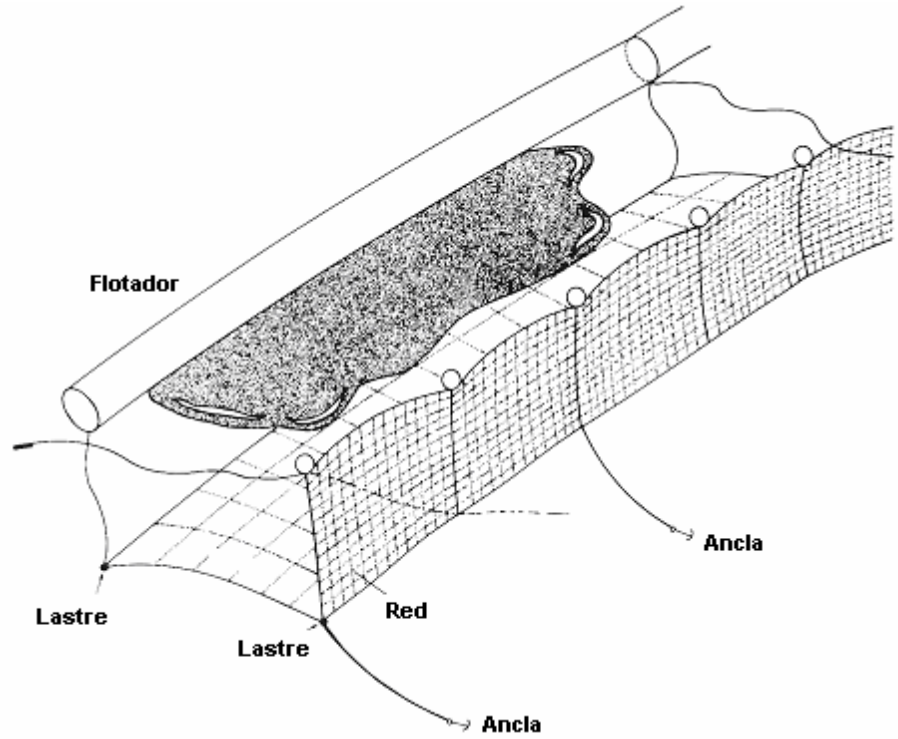
Este mecanismo consiste en la formación de una cortina de burbujas en ascensión procedentes de unos surtidores instalados en el fondo marino,Estas burbujas forman una corriente divergente en la superficie que evita la propagaciónde las manchas superficiales.



Barreras de red:

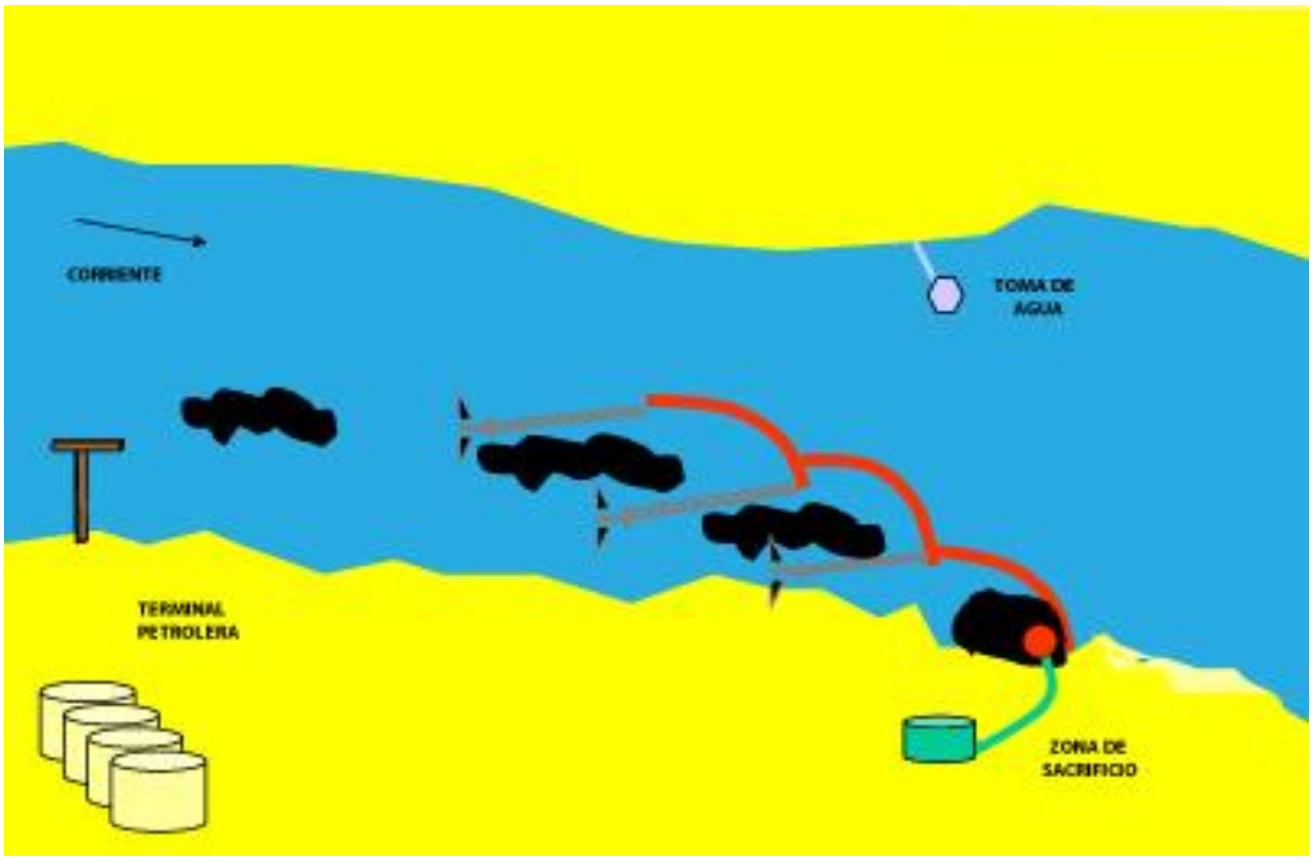
Son similares a las barreras de valla convencionales, pero son permeables al agua y la pantalla está formada por una red espesa que permite la retención de hidrocarburos viscosos.

Se pueden combinar con sistemas de boyas convencionales para mejorar la capacidad de retención, sobretodo en caso de aparición de conglomerados o masas de alquitrán flotando por debajo de la superficie. Se utilizan normalmente cerca de la costa, y se trata de un método eficaz para proteger las tomas de agua de centrales térmicas y desaladoras cuando hay contaminación superficial.



Rendimiento y Limitaciones de la barrera

La efectividad de una barrera depende de su capacidad de contención o desviación de hidrocarburo, que a su vez está determinada por su comportamiento en relación al movimiento del agua: Necesita flexibilidad para adaptarse a las olas y rigidez suficiente como para retener la mayor cantidad de hidrocarburo posible. Si se coloca la barrera en ángulo recto a una corriente con velocidades muy superiores a 1 nudo, ninguna barrera podrá contener el hidrocarburo. La forma como escapa el hidrocarburo y su relación con la velocidad del agua está en función del tipo de hidrocarburo y del diseño de la barrera. Los hidrocarburos de baja viscosidad escapan a velocidades menores que los más viscosos. El hidrocarburo más viscoso tiende a acumularse en la cara de la barrera y fluir verticalmente hacia abajo y por debajo del faldón, mientras que los de baja viscosidad son llevados por debajo de la barrera como pequeñas gotas desprendidas de la parte inferior de la capa de hidrocarburo. Por otro lado las corrientes, el viento y las olas pueden generar velocidades de agua superiores a la velocidad de escape y causar el salpicado del hidrocarburo contenido.

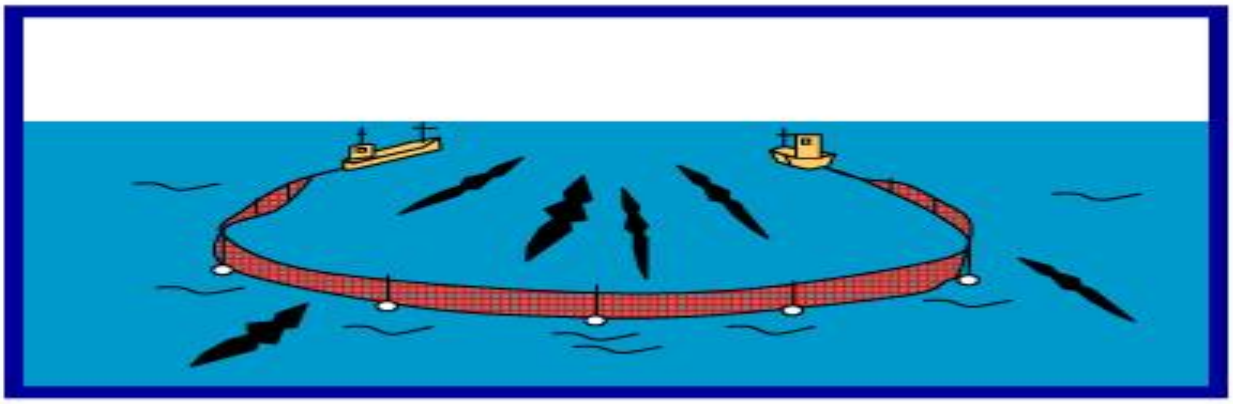


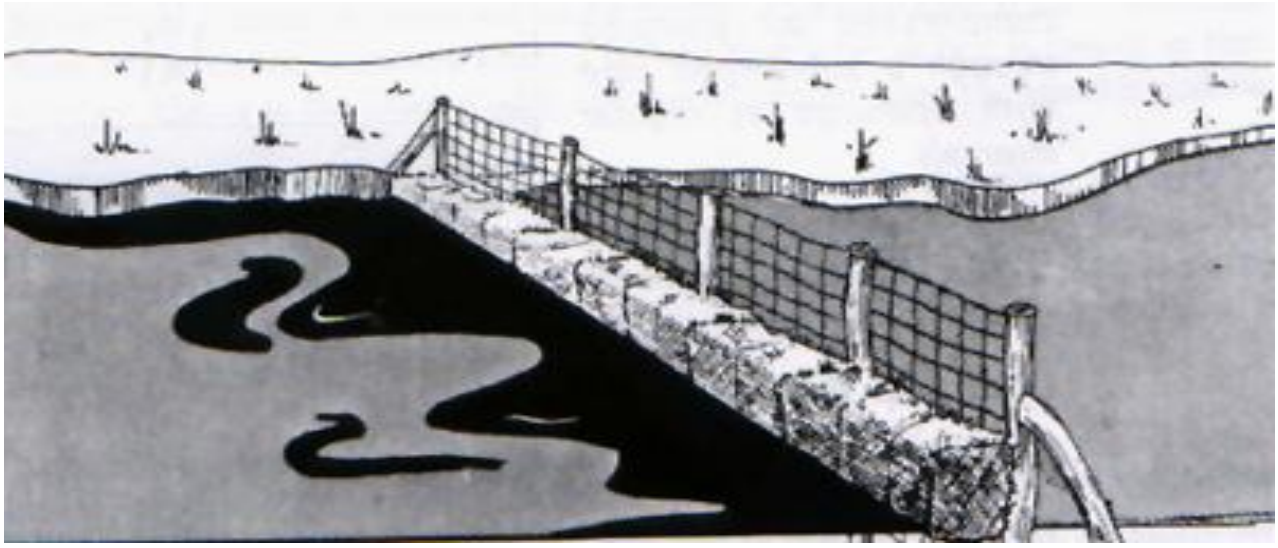
El comportamiento de una barrera y su efectividad dependen del tamaño y longitud de sus secciones y del lugar donde se las utilice, por lo que el tamaño óptimo de una barrera está muy relacionado con el tipo de ambiente y estado del mar (Tamaño del oleaje) donde será utilizada. En general la profundidad del faldón debe ser de dimensiones similares a las del francobordo, el cual debería tener una medida mínima necesaria para evitar el sobresalpicado. Si bien las secciones cortas pueden facilitar el manejo de las barreras y proteger la integridad de estas generalmente de producirse una falla en una sección, hay que compensar estas ventajas contra la dificultad y el tiempo necesario para conectar o reconectar las secciones en forma debida. Las conexiones interrumpen el perfil de la barrera, por lo que de ser posible, no deben coincidir con el punto de mayor concentración de hidrocarburo. El diseño de los conectores debe permitir un fácil enganche y desenganche durante el despliegue y también mientras la barrera está en el agua.

Es fundamental contemplar otras características importantes como la resistencia, facilidad y velocidad de despliegue, seguridad de funcionamiento, peso y costo. Debe tener resistencia estructural y durabilidad, especialmente para soportar las fuerzas del agua y el viento sobre si al ser remolcada o anclada Asimismo la facilidad y velocidad de despliegue junto con la seguridad de funcionamiento son importantísimas en situaciones rápidamente cambiantes.

Sistema de redes

El uso de redes para recuperar grumos sólidos de alquitrán y contener hidrocarburos viscosos puede presentar una serie de ventajas sobre la utilización de barreras convencionales. La ventaja principal es la estructura abierta que ofrecería menos resistencia al movimiento del agua, por lo que se podrían fabricar secciones livianas pero resistentes, lo suficientemente largas como para cercar el hidrocarburo derramado sobre un área extensa en el mar. De esta manera sería posible operar en corrientes mayores y a mayor velocidad de lo que puede realizarse con las barreras convencionales.
Utilizando la experiencia de la industria pesquera se han desarrollado dos diseños de redes principales:
Una red doble, larga, en forma de bolsa que permite cercar o recolectar el hidrocarburo flotante, que también puede ser anclada para proteger áreas susceptibles,
Una red de arrastre con extremo desmontable en forma de cola de pez, que puede ser remolcada.
En ambos casos, si el hidrocarburo se adsorbe sobre la red, la malla se bloquea y disminuye su capacidad de retención de hidrocarburo.





Barreras químicas

Existen ciertos compuestos químicos, denominados aglutinantes, que inhiben el espaciamiento de los hidrocarburos de baja viscosidad al reducir la tensión superficial del agua que lo rodea. Dichos compuestos pueden ser rociados a tasas muy bajas (30 litros/km alrededor del perímetro de la mancha) desde embarcaciones o helicópteros, rodeando la mancha con el objetivo de concentrarla para su posterior recuperación. En la práctica, la aplicación de dichos compuestos es limitada debido a su alto costo y a su efecto de corta duración.

Barreras sorbentes

Se trata de un tubo de malla o algún tejido relleno de un material sorbente sintético o natural. Tienen poca resistencia inherente y en algunos casos pueden requerir apoyo adicional para evitar su hundimiento al saturarse de hidrocarburo. Se utilizan en caso de derrame de hidrocarburos livianos, y en áreas de velocidades de corrientes bajas para recoger películas delgadas de hidrocarburos, ya que su eficiencia de recuperación disminuye al saturarse de hidrocarburo las capas externas del material sorbente. Es importante tener en cuenta que la eliminación de las barreras sorbentes saturadas de hidrocarburo también puede causar complicaciones importantes.

Barreras y vallas improvisadas:

Utilizando materiales disponibles localmente, pueden improvisarse barreras de contención flotantes: con

maderas, tambores de aceite, mangueras y llantas; y barreras sorbentes: con redes de pesca o malla de alambre rellena con paja.
En aguas poco profundas, como en arroyos, riachos y ríos, se pueden sostener mallas o esterillas de distintos materiales clavando estacas.

TIPOS DE DESPLIEGUES

La forma de despliegue óptimo de las barreras está condicionada principalmente por las condiciones meteorológicas y del clima marítimo en el momento de la colocación, así como de la geografía y situación de la zona donde se tienen que colocar . En general, las barreras pueden utilizarse de dos formas distintas que se describen a continuación.

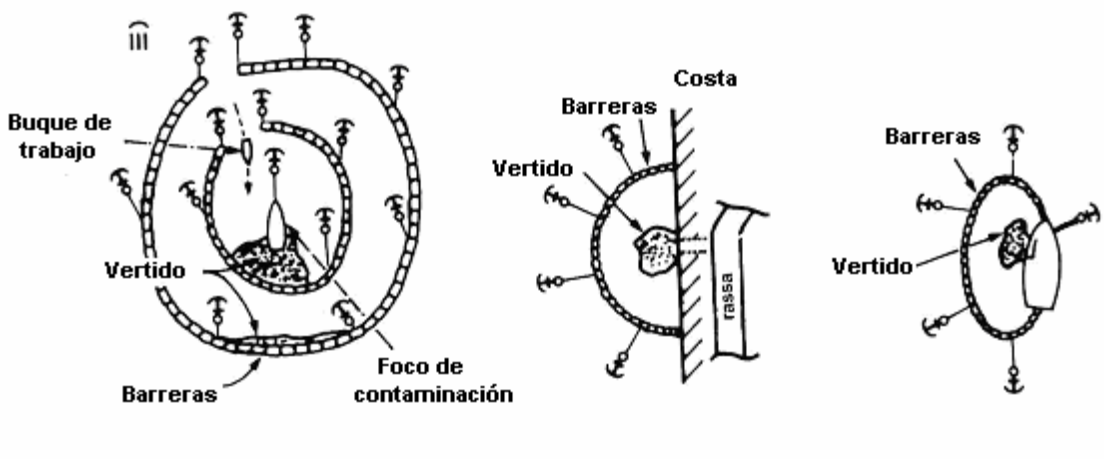
Barreras Fondeadas

Se utilizan generalmente cerca de la costa, para evitar que las manchas de hidrocarburos lleguen a zonas sensibles de la costa (estuarios, zonas de acuicultura, etc.) o para desviarlas hacia zonas dónde su recuperación sea más sencilla. De una manera excepcional, pueden utilizarse a mar abierto para contener vertidos cerca de la fuente de contaminación.
La planificación del despliegue y posicionamiento de las barreras es fundamental para el éxito de la contención. El método de despliegue y establecimiento de zonas prioritarias de protección tiene que decidirse en función de factores geográficos y meteorológicos, teniendo en cuenta que los hidrocarburos deben retirarse a medida que llegan a las barreras. En caso contrario se acumularán, incrementando las fugas a través por la acción del viento, oleaje y corrientes. Por esta razón es más frecuente utilizar las barreras para desviar las manchas de hidrocarburos hacia aguas más tranquilas o playas donde la recuperación sea sencilla.
El despliegue de estas barreras puede realizarse tomando diversas configuraciones:

Círculo

Este método puede utilizarse para aislar el foco de contaminación cuando la velocidad de movimiento de las manchas es baja y los efectos del viento y de las corrientes son poco significativos (aguas tranquilas o resguardadas).
Consiste en la colocación de barreras envolviendo la fuente del vertido y dejando una apertura que permita la entrada de embarcaciones para el tratamiento o recuperación del residuo.

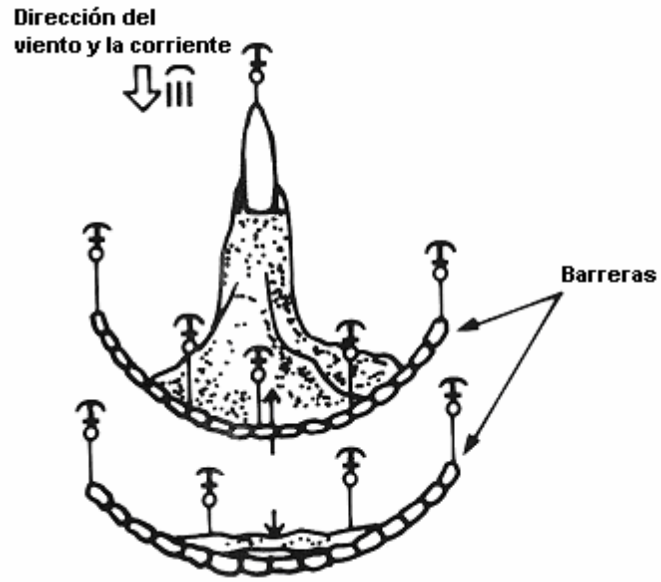
Esta configuración se emplea frecuentemente en el interior de puertos o dársenas, generalmente con carácter preventivo durante operaciones de carga y descarga de hidrocarburos.



Intercepción

Se trata de un método utilizado cuando se producen grandes vertidos de hidrocarburos, en el caso de no disponer de suficiente longitud de barreras o cuando la disposición en círculo no es viable debido a la turbulencia en la superficie marina.

El despliegue de las barreras se produce a cierta distancia del foco de contaminación, con el objetivo de contener los hidrocarburos que fluyen desde esta.



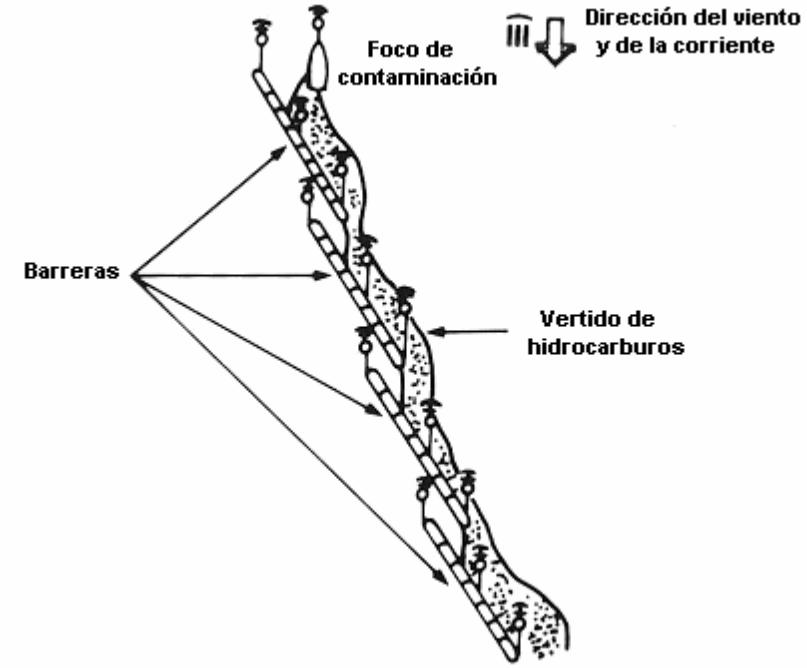
En zonas con presencia de corrientes mareales se pueden colocar series de barreras en

ambos lados de la fuente en previsión del cambio de dirección de la corriente

Desviación

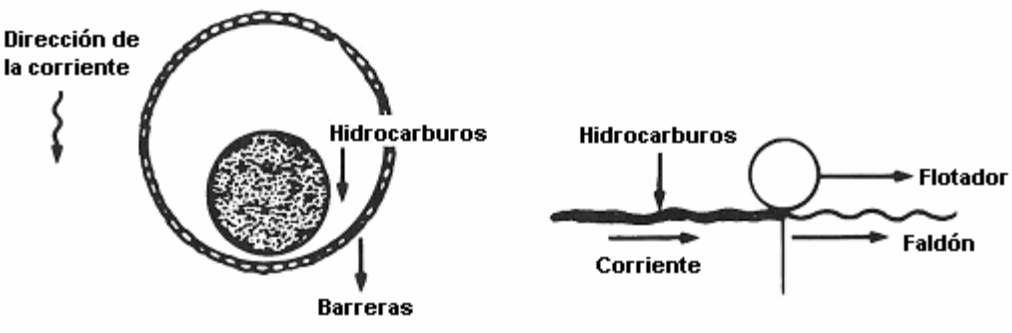
En muchos casos, el vertido de hidrocarburos es demasiado grande o las condiciones meteorológicas o geográficas son demasiado desfavorables como para permitir el confinamiento de una mancha. En estos casos, una opción válida consiste en desviar esta mancha de las zonas más sensibles de la costa a otras zonas donde su recuperación sea más sencilla. Este es el objetivo de este tipo de configuración.

La desviación se consigue con la colocación de varias barreras superpuestas con un cierto ángulo respecto a la corriente.



Contención en flujo libre

Este método de colocación resulta efectivo cuando la mancha está sometida a corrientes de gran magnitud o cuando el vertido se produce en aguas demasiado profundas como para permitir un fondeo eficaz de las barreras. Consiste en cerrar con barreras la mancha de hidrocarburos y dejar que esta se desplace libremente a favor de la corriente, mientras se procede a la recuperación.



Si la corriente es demasiado rápida se puede reducir la velocidad de desplazamiento del sistema con la colocación de anclas flotantes.

Configuración múltiple

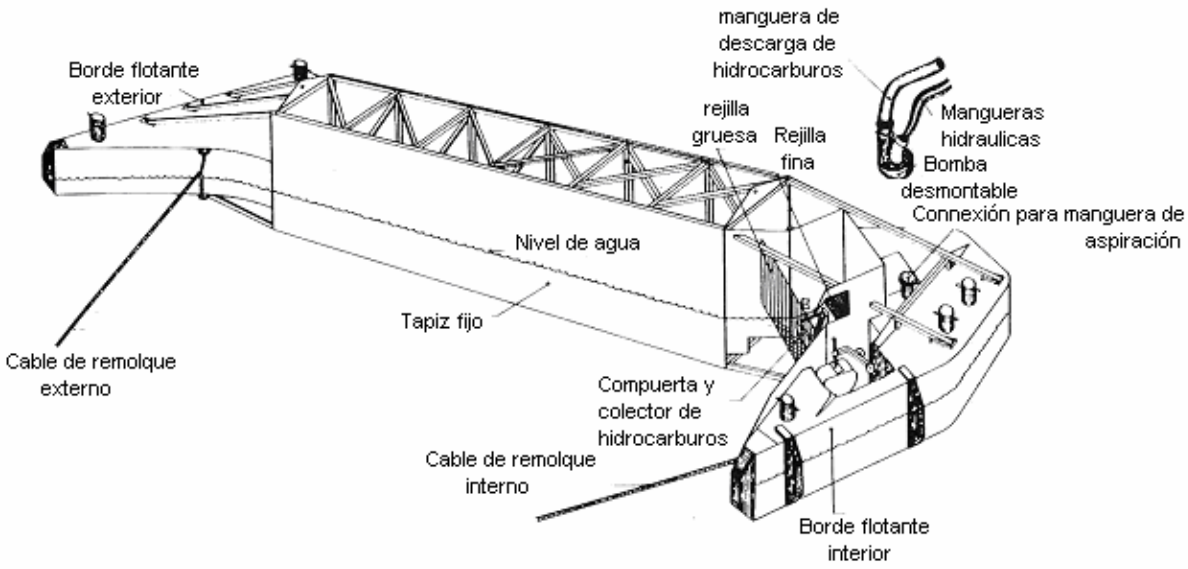
Esta configuración puede utilizarse, siempre que se disponga de suficiente longitud de barreras, cuando la fuga de hidrocarburos a través de una única barrera sea elevada por la acción del arrastre anteriormente descrito.
Acostumbra a consistir en una configuración doble o triple de barreras, separadas entre si una cierta distancia (1-5 metros), de manera que cuando una corriente intensa produce la inclinación del faldón y la fuga de hidrocarburos debajo de la barrera principal, la separación sea suficiente como para permitir la ascensión a la superficie de los residuos filtrados y su retención en las barreras secundarias.

Barreras Remolcadas

Este método de utilización de barreras se utiliza cuando el viento o el corriente superficial son demasiado intensos para permitir una contención estacionaria del vertido, o cuando este ya se encuentra muy extendido.
Este tipo de operaciones requiere un alto grado de coordinación, dado que se tiene que maniobrar con mucha precaución y a baja velocidad una o varias embarcaciones remolcando barreras, combinando la recogida del hidrocarburo con las operaciones de trasvase necesarias y la limpieza complementaria de las fugas que pueden producirse a través de las barreras.

Sistema de limpieza mediante una embarcación

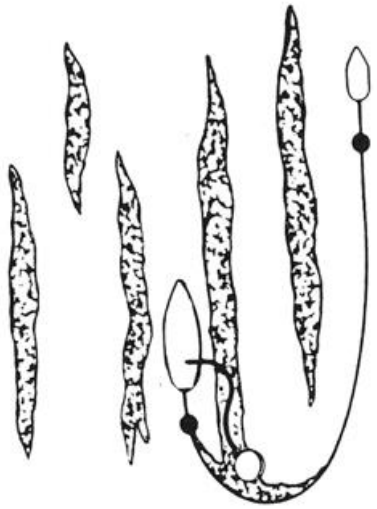
La embarcación que realiza esta operación está dotada con unas barreras especiales extendidas mediante dos brazos rígidos en ambos lados del buque. Los hidrocarburos se recogen en una bolsa situada en la barrera o se dirigen hacia un compartimiento estanque (situado en el casco del buque). Después son recuperados mediante sistemas de recogida y almacenados en el buque.

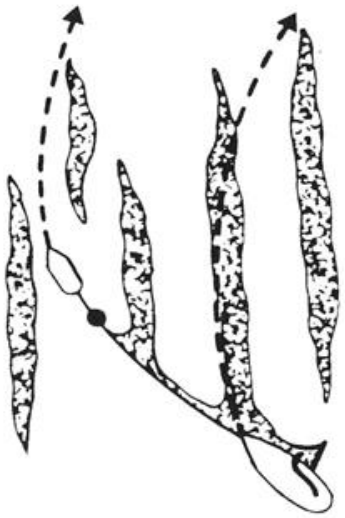


Sistema de limpieza con dos embarcaciones

Este método consiste en desplegar una barrera mediante dos embarcaciones que remolcan sus extremos. El dispositivo de recogida de los hidrocarburos suele a estar conectado a una de las embarcaciones, que generalmente avanza por detrás de la otra.

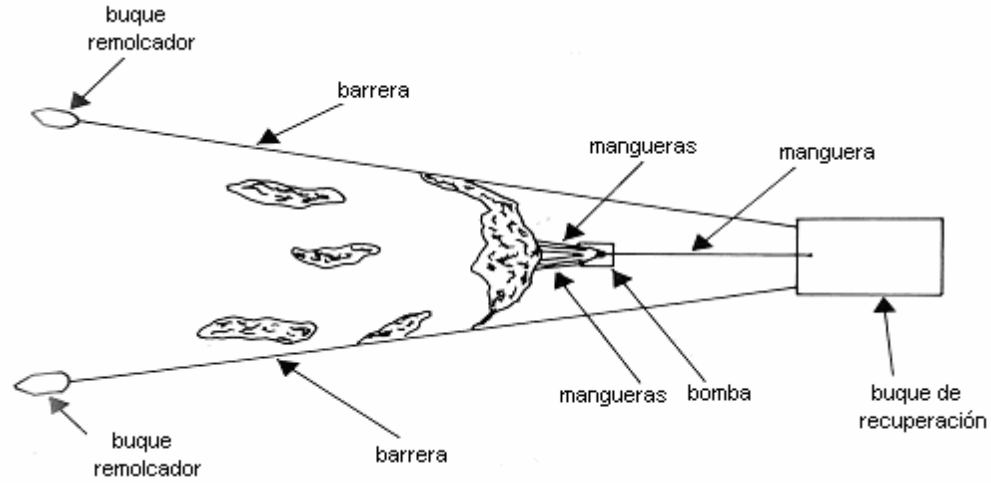
La limpieza puede realizarse mediante una configuración en forma de "J" o con avance en paralelo, como se puede observar en las siguientes figuras.





Sistema de limpieza utilizando tres embarcaciones

Este sistema es una variante del realizado mediante dos embarcaciones, incluyendo una embarcación adicional que se encargara de recoger los hidrocarburos, mientras que las otras dos realizan una función únicamente de remolcado

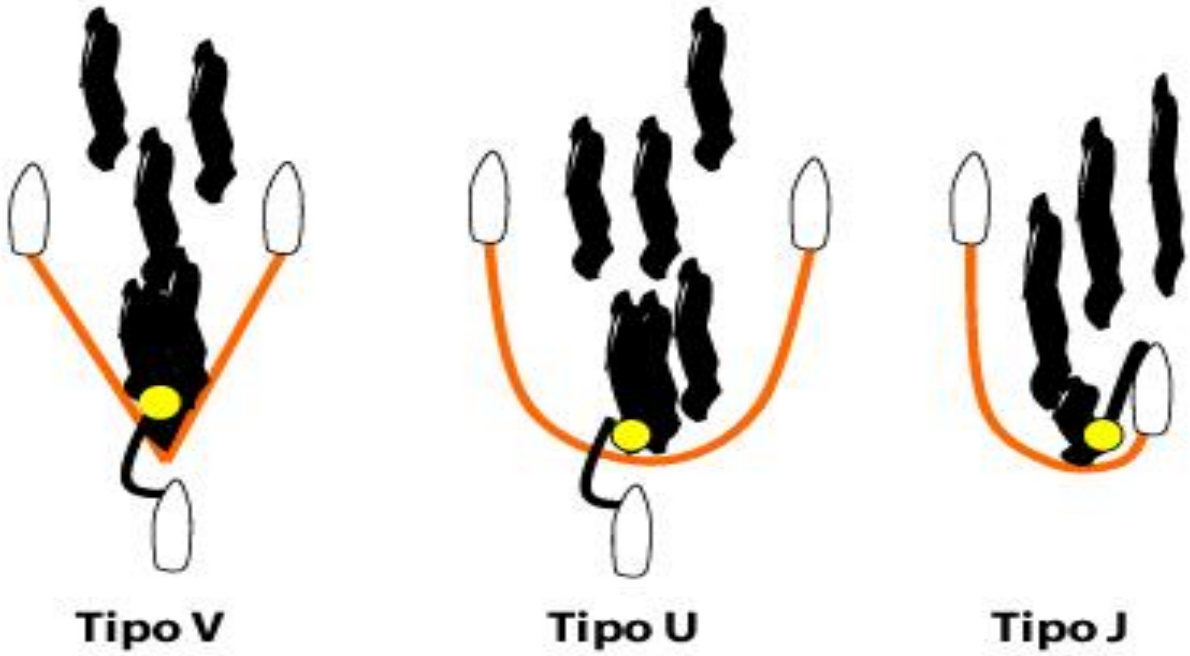


Operaciones Costa fuera

En la mayoría de los casos, la estrategia para el despliegue de barreras determinará las operaciones de recolección de hidrocarburo, para que éstas puedan actuar eficientemente.

Operaciones con varias embarcaciones

Para evitar el esparcimiento del hidrocarburo y hacer máxima la tasa de encuentro, dos embarcaciones pueden remolcar 300 metros de barrera en configuración de U, V o J. El dispositivo recolector debe ser mantenido en la parte más gruesa de la mancha de hidrocarburo sin rozar ni dañar la barrera, y puede ser remolcado junto con la formación de barreras, o bien puede ser desplegado por una tercera embarcación detrás de la barrera.
Debe evitarse que la reflección de las olas creada por recolectores grandes interfiera con la recuperación del flujo del hidrocarburo. Se requiere entonces de un manejo especializado del equipo que se adapte fácilmente a los cambios de condiciones.



Configuración en V remolcada por dos embarcaciones. El dispositivo recolector remolcado con la formación de barrera y el hidrocarburo es transferido a una tercera embarcación.

Configuración en J remolcada por dos embarcaciones, una de las cuales despliega un dispositivo recolector.

Configuración en U remolcada por dos embarcaciones. El dispositivo recolector remolcado es desplegado por una tercera embarcación.

Existe también la posibilidad de recolección con una sola Si ésta no está diseñada a tal efecto , a la embarcación seleccionada se la coloca una barrera que partiendo de uno de los costados abra tanto como permita el puntal o mecanismo en el otro extremo . Su eficacia es relativa y sólo será operativa y sólo será operativa y sólo será operativa cuando la mancha se extienda en hileros.

Con los sistemas V , U , J , pueden remolcarse barreras de hasta 300 metros , no obstante hay que tener presentes las siguientes recomendaciones:

Antes del tendido se estudiarán las condiciones de mar , viento y corriente para adoptar la velocidad relativa y tipo de formación más conveniente .

Es necesario que las tripulaciones de los buques tengan a debida experiencia en el manejo y maniobra de barreras.

Los buques empleados en estas operaciones , deben tener una alta capacidad de maniobra ya que se trabaja a velocidades muy pequeñas para evitar pérdidas , estando equipados de antemano con los elementos necesarios .

Se deberá prever con la suficiente antelación la capacidad de almacenamiento de los tanques de los buques , con objeto de tener sistemas de transvase que eviten tener que interrumpir las operaciones.

Plan de Colocación

Previamente a la intervención, debe realizarse un estudio detallado de las condiciones en

las cuales ésta va a realizarse. En función de los factores ambientales y de la naturaleza y extensión del vertido se determinará la tipología y longitud de barreras a desplegar y la disponibilidad de embarcaciones de trabajo, definiéndose el lugar de colocación y amarre, así como el método de disposición de las barreras.
Un factor importante a tener en cuenta en la estimación de longitud de barreras necesaria es la existencia de corrientes que puedan arquearlas y reducir su longitud efectiva .

Precauciones en la Manipulación

El material del que se componen las barreras suele ser del tipo plástico (PVC o PU) o a base de caucho (neopreno), por lo que es posible que éstas se rompan si se arrastra sobre superficies rugosas, como el suelo de un almacén. Por eso, tanto el transporte como el almacenamiento de barreras deben realizarse con la misma atención para evitar dañar las barreras, dado que los daños en su estructura o el revestimiento externo pueden afectar a su flotabilidad o estanqueidad, disminuyendo su eficacia. Existen alfombras anti desgaste que protegen de roces y abrasiones en su contacto con el suelo al ser desplegada o recogida.

Igualmente debe realizarse una vigilancia periódica del estado de las barreras amarradas, dado que el viento o el oleaje pueden producir un deterioramiento del tejido, de las piezas de conexión o arrastrar los elementos de amarre y fondeo.

Precauciones durante la Colocación en el Mar

Durante la preparación de las barreras para su despliegue debe prestarse especial atención para evitar que se produzcan enrollamientos o torsiones, ya que será más difícil corregirlos durante su despliegue o una vez en el agua.
Además, tendrá que evaluarse el estrés al que se someterán las barreras por parte del viento y del oleaje, dado que se pueden producir fallos.

Mantenimiento de la Configuración con Condiciones Desfavorables

Para mantener la disposición de las barreras fondeadas en condiciones meteorológicas desfavorables tendrán que tomarse las siguientes medidas:
• Si las barreras están fondeadas, se recomienda incrementar el número de anclas o elementos de fondeo y reducir así la distancia entre los puntos de amarre.

• Si las barreras están colocadas en configuración de círculo envolviendo al foco de contaminación (un buque, por ejemplo), debe colocarse material separador entre el casco y la barrera para evitar el roce entre ambos.

Anclaje de barreras

La capacidad para la contención de un hidrocarburo derramado se pone de manifiesto cuando la barrera se emplea en la costa . Cuando un buque sufre un accidente en aguas abrigadas, un buen sistema es rodearlo con barrera para impedir que se extienda , este sistema se suele emplear en algunos puertos como medida de prevención durante la carga o la descarga en buques o terminales .

La barrera será de gran utilidad para evitar el esparcimiento del crudo dentro de dársenas , puertos deportivos , zonas sensibles de especial protección , cultivos marinos. Etc.

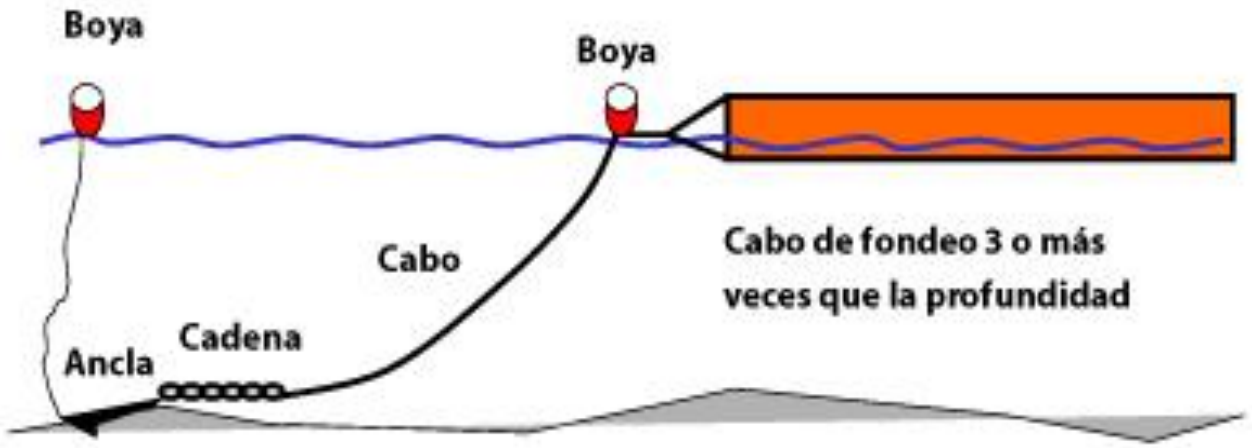
El anclaje para el cierre o protección de estos espacios se realiza de distintas formas. Cuando se trata de efectuar cierres entre dos espigones la operación resulta sencilla y eficaz. Para ello , desliza una zapata a la que se ajusta un cilindro flotante , que a su vez va conectado a la barrea . Este sistema cierra perfectamente la dársena adaptándose a los diferentes niveles del agua durante las mareas . Indudablemente la operación resultará un fracaso si previamente no se está preparado para llevarlo a cabo.

En la costa el anclaje de las barreras suele resultar más complicado debido sobre todo a las fuerzas del viento y corriente que actuarán sobre la superficie . Se deberán anclar conforme al tipo de fondo , arena , fango , roca , utilizando el tipo adecuado y el número correcto de anclas.

Después de tender una barrera se comprobará el esfuerzo que ésta realiza pudiendo en caso necesario , dar retenidas a algún cuerpo fijo del muelle para aliviar este trabajo.

Existe un tipo de barrera costera que ofrece buenos resultados en marismas y playas . Consta de dos tubos de agua formando un ocho en horizontal y que sirven de lastre.

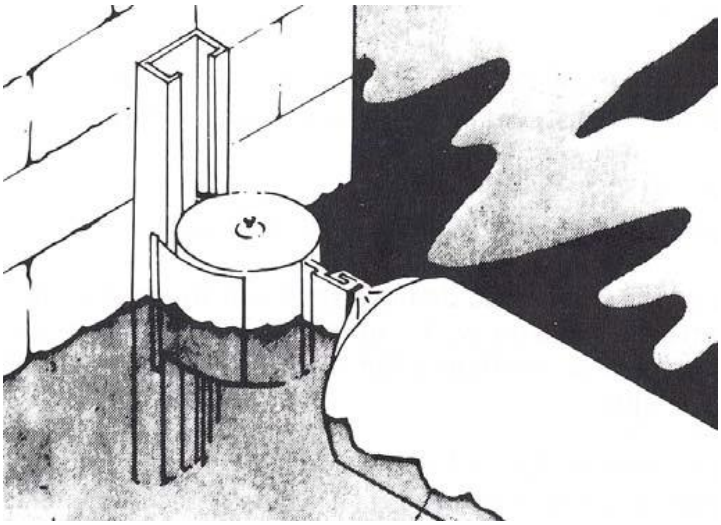
Sobre estos , un tubo de aire como flotador cierra el paso del hidrocarburo .Cuando la marea baja y deja la playa en seco , esta barrera se deposita sobre la arena evitando la salida de crudo de la playa a mar.



Amarre mediante Fijaciones terminales Especiales

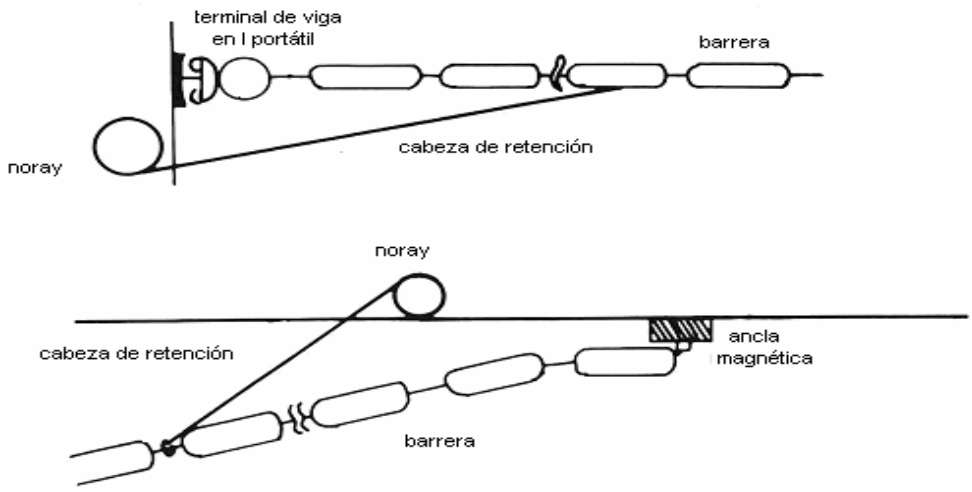
Existen dispositivos especialmente diseñados para proporcionar una conexión estanca alos contaminantes entre los extremos de las barreras y la costa u otras fronteras. Los más conocidos son los siguientes:

• Terminal de viga en L: consiste en un trozo de viga en forma de L clavada verticalmente al fondo o sujeto en la costa, y un flotador que se mueve a lo largo de esta para ajustarsena las variaciones de la marea, al que van conectadas las barreras Cuando se fija en un dique, es el amarre terminal con una mayor capacidad de sujeción.

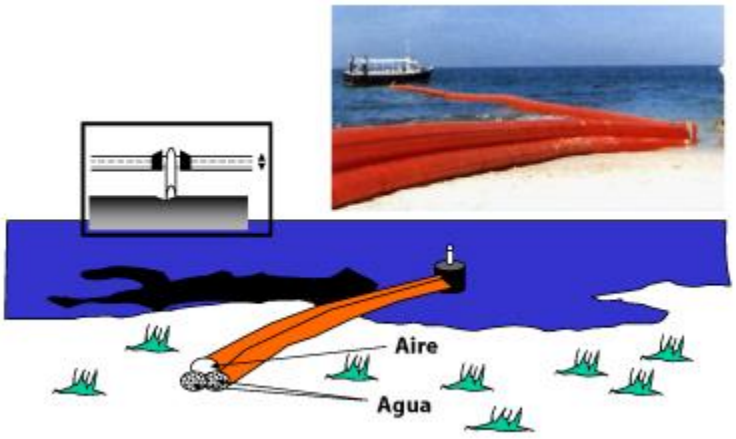


Conexiones magnéticas: el extremo de la barrera finaliza en una conexión magnética que se conecta firmemente a una superficie de acero. La posición debe ajustarse manualmente para adaptarse a variaciones de la marea o del calado del navío.

Cabo de retención lastrado: consiste en un cabo lastrado que se extiende sobre lasbarreras y se amarra a un noray del dique en dirección perpendicular a estas Es utilizado como medida adicional de sujeción cuando los amarres terminales no son suficientes.



Barreras de protección de playas



.

Inspecciones regulares

Una vez que las barreras se han desplegado conviene hacer inspecciones regulares a las mismas , comprobando como trabajan y si los distintos elementos que forman la barrera están en perfecto estado. El continuo movimiento a que están sometidas las barreras , así como un manejo incorrecto por equipos sin experiencia , pueden producir serios danos , dejando inservible la barrera para retener el crudo.
Los principales elementos a comprobar periódicamente son:
Flotabilidad: Revisión de los flotador y presión de las cámaras.
Elementos de lastre :Comprobar la fijación y su trabajo.
Unión de tramos :Vigilar que no se han producido danos en las uniones que permitan el paso de crudo .
Elementos de anclaje: Sujeción del ancla al fondo , grilletes de arganeo , cadena, etc.
Partes sumergidas de las barreras

ALMACENAMIENTO

Para asegurar el buen mantenimiento de las barreras durante su almacenamiento y facilitar su posterior transporte y manejo, se recomienda seguir las siguientes indicaciones:

• Realizar comprobaciones periódicas del estado de la estructura y material de las barreras, procediendo a su reparación o sustitución si es necesario.

• Los lugares de almacenamiento ideales estarán próximos a la zona donde se prevé su despliegue y donde sea posible el acceso de vehículos para su transporte.

• Las barreras instaladas próximas al mar durante mucho tiempo requieren un mantenimiento periódico que incluye la limpieza de proliferaciones biológicas. Por otra parte, una vez finalizado su uso se procederá a su limpieza antes de volver a almacenarlas.
• Las barreras almacenadas a la intemperie han de protegerse de la irradiación solar directa y procurar que no acumulen agua estancada.
• Cuando se almacenan dobladas, han de colocarse sobre soportes que eviten su deformación debida al exceso de peso, y desdoblarse periódicamente para evitar la formación de pliegues y zonas de desgaste.
• Si se almacenan en carretillas, se procurará que no se produzcan torsiones en las barreras. • Cuando se almacenen en sitios cerrados, se evitará la humedad y las temperaturas elevadas, así como la entrada de animales que puedan dañarlas.

Sistemas de contención

Cuando se produce un vertido de hidrocarburos al mar, aunque sean muy viscosos o densos, los contaminantes flotan y tienden a extenderse por la superficie del agua. Si no se toman las medidas oportunas, la mancha cubrirá una gran superficie en un tiempo relativamente corto, con la posibilidad de llegar a la costa o zonas sensibles del litoral. Por esta razón, en caso de vertidos de hidrocarburos siempre es preferible contener y recoger o incluso tratar los contaminantes cuando estos se encuentran en el mar, que permitir su expansión y/o llegada a la costa donde su tratamiento y retirada implican mayor dificultad. El uso de barreras de contención en estos casos es una estrategia que permite impedir la propagación del vertido y facilitar su recogida o desviar su trayectoria para evitar que llegue a zonas especialmente sensibles a una contaminación de este tipo. Dado que el despliegue y el funcionamiento de las barreras están fuertemente condicionados por la meteorología y el medio físico, se tendrá en cuenta una gran variedad de factores para evaluar la efectividad de esta estrategia en el control de un vertido. Por ello en este documento se describen las bases técnicas y operativas para el diseño y utilización de barreras.
Para la contención de hidrocarburo flotante es necesaria la utilización de algún tipo de barrera, para luego recuperarlo o desviarlo hacia zonas de sacrificio y así alejarlo de las áreas sensibles. Se han desarrollado varios tipos diferentes de barreras para hidrocarburos como ser:
Barreras disponibles comercialmente

- Sistemas de redes
- Barreras de burbujas
- Barreras químicas

- Barreras sorbentes
- Barreras y vallas improvisadas

Las condiciones particulares de cada lugar determinarán la selección de la barrera más adecuada. Asimismo la disponibilidad y la posibilidad de acceso influyen en dicha selección.

Eliminación de hidrocarburos

La mayor parte de los hidrocarburos recogidos del agua están limpios y prácticamente exentos de detritos sólidos , lo que hace posible su recuperación .Aún en el caso de que parte de ellos se encuentren emulsionados con el agua del mar, la separación puede efectuarse a través de sencillos procesos de decantación.

En cambio , los hidrocarburos que llegan a depositarse en las costas están normalmente mezclados con materias sólidas de distintas características y difícil segregación. Destacamos en este apartado las mezclas con arena , madera , plásticos o algas y los conglomerados sólidos de alquitrán .

La eliminación final de los hidrocarburos y los detritos oleosos deberán hacerse teniendo en cuenta el no transferir la contaminación a otro lugar y garantizar que se elimine de manera definitiva todo peligro para el medio ambiente.

Uso de Dispersantes

A veces, resulta apropiado utilizar dispersantes químicos con el objetivo de acelerar el proceso de dispersión natural y biodegradación de un hidrocarburo derramado, especialmente cuando la contención y recuperación no son convenientes. Sin embargo, al igual que todas las medidas de remediación, el uso de dispersantes tiene sus limitaciones y debe ser utilizado bajo un cuidadoso control.

Un dispersante químico tiene dos componentes principales: Un agente de superficie activo o *surfactante*, y un *solvente* apropiado.

Surfactante

El surfactante tiene una estructura molecular que presenta una parte hidrófila (tiene afinidad con el agua) y otra parte oleó fila (tiene afinidad con el hidrocarburo).

Cuando el surfactante es aplicado en forma homogénea y se mezcla con el hidrocarburo flotante, las moléculas del surfactante se disponen de manera que rompen la tensión interracial entre el hidrocarburo y el agua, promoviendo la formación de pequeñas gotas de hidrocarburo finamente dispersado, aumentando así el área superficial del hidrocarburo y facilitando la acción de los demás procesos de curtido.

Cuanto más pequeñas sean las gotas, mayor será la posibilidad de que se mantengan en suspensión en el agua debido a su muy baja velocidad de ascenso. Así las gotas de la mayoría de los crudos rara vez regresan a la superficie, excepto en condiciones de aguas calmas y de gotas con un diámetro promedio de 0,2 mm o menor. En el caso de productos refinados livianos con gravedades específicas bajas, tales como gasoil o diésel, se requieren gotas mucho más pequeñas para contrarrestar su mayor flotabilidad. Cuando a un hidrocarburo negro se le aplica un dispersante químico adecuadamente, se observará una columna de agua color café característica, dispersándose bajo la superficie del agua.

Los dispersantes también evitan la coalescencia de las gotas de hidrocarburo una vez que se han formado ya que el surfactante permanece en la interfase hidrocarburo/agua el tiempo suficiente como para evitar el choque de una gota con otra por azar.

Solvente

Para que el dispersante sea efectivo debe estar distribuido en todo el hidrocarburo, por lo que la mayoría de los dispersantes contienen un solvente apropiado o combinación de solventes que actúan distribuyendo el surfactante dentro del hidrocarburo.

Tipos de dispersantes

Actualmente se utilizan dos tipos de dispersantes:

1) ***Dispersantes a base de hidrocarburo o dispersantes convencionales:***

Tienen una base de solvente de hidrocarburo y entre un 15% y un 25% de surfactante. Deben ser aplicados directamente en el hidrocarburo, sin diluir con agua de mar ya que los vuelve menos eficaces. Las fórmulas actuales de los dispersantes de este tipo, conocidas como “de segunda generación” tienen un solvente sin compuestos aromáticos tóxicos, como los que usaban los “de primera generación”.

2) ***Dispersantes concentrados o automezclantes***:

Tienen solventes hidroxilos miscibles en agua, como glicol o alcoholes, e hidrocarburos. Por lo general contienen una mayor concentración de componentes surfactantes (> 50%). Estos productos “de tercera generación” se aplican preferentemente puros pero pueden diluirse con agua de mar (5 – 10%) antes de

ser rociados. Las tasas de aplicación por lo general varían entre 1:5 y 1:30 (dispersante puro/hidrocarburo).

Tanto los dispersantes concentrados diluidos con agua de mar como los dispersantes de base de hidrocarburo, necesitan ser mezclados a fondo con el hidrocarburo después de la aplicación para producir una dispersión satisfactoria. Si los concentrados son aplicados directamente al hidrocarburo sin diluir, la acción de las olas es suficiente para generar la mezcla. Por esto y por sus tasas de aplicación menores requeridas, los concentrados han desplazado grandemente a los dispersantes de base de hidrocarburo para su aplicación en el mar.

Efectividad de los dispersantes

En general, los dispersantes pueden dispersar la mayoría de los hidrocarburos líquidos y las emulsiones líquidas de agua en hidrocarburo con viscosidades menores de 2000centistokes (cSt), equivalente a combustible mediano a 10-20ºC. Por encima de los 2000 cSt los dispersantes pierden efectividad y dejan de ser efectivos si la viscosidad alcanza los 5000-10000 cSt. Esto se debe a que los dispersantes tienden a deslizarse entre el hidrocarburo hacia el agua antes de que el solvente pueda penetrarlo. Los dispersantes tampoco son apropiados para emulsiones viscosas o hidrocarburos con un punto de fluidez cercano o por encima de la temperatura ambiente. Aún aquellos hidrocarburos que pueden ser dispersados al ser derramados, se vuelven resistentes debido al aumento de la viscosidad durante el proceso de curtido por la intemperie, que en la mayoría de los casos es poco probable que tome más de un día o dos. Esto implica necesariamente una reacción rápida de parte de los equipos de limpieza. Los dispersantes a veces, son más efectivos con hidrocarburos viscosos atrapados en las costas porque el tiempo de contacto puede ser mayor para permitir la penetración del químico en la capa del hidrocarburo.

Razones principales para el uso de dispersantes:

- El tratamiento en el mar es mucho más rápido que la limpieza de la costa, y menos impactante para el ambiente.
- Es prácticamente la opción más considerada para grandes derrames. La tasa de tratamiento con dispersantes es de 10 – 40 veces más rápida que la limpieza mecánica.
- El uso de dispersantes favorece la degradación natural de los hidrocarburos, por lo tanto no se necesita disponibilidad para la disposición final.

Considerar el uso de dispersantes:

- Como una opción primaria aun cuando se utilicen medios de remoción mecánica.
- Cuando la mancha de hidrocarburo se dirige hacia la costa y se hace necesario utilizar todos los métodos disponibles para minimizar el impacto ambiental.

- Especialmente cuando las condiciones hidrometeorológicas no permiten el uso de equipos mecánicos de contención y recolección.

Cuando no usar dispersantes:

- En áreas con baja tasa de renovación de aguas, tales como bahías, puertos, rías, etc.
- En áreas donde se encuentran tomas de agua para consumo humano.
- En áreas con recursos pesqueros.
- Con hidrocarburos intemperizados.
- Aguas arriba de granjas piscícolas, maricultura, praderas de algas.

Métodos de aplicación en el mar

El método de aplicación en el mar depende del tipo de dispersante, el tamaño y ubicación del derrame y la disponibilidad de embarcaciones o aeronaves para el rociado de dispersante.
Las embarcaciones utilizadas en el rociado de dispersante pueden variar mucho en tamaño. Las que son pequeñas no tienen suficiente capacidad de almacenar grandes cantidades de dispersantes en casos de derrames extensos. El uso de dispersantes concentrados permite una mejor utilización de este tipo de embarcaciones y el tratamiento de volúmenes mayores de hidrocarburo que la misma cantidad de dispersante a base de hidrocarburo.

Rociado de dispersantes sobre las costas

El uso de dispersantes en algunas costas puede resultar útil en las etapas finales de la limpieza. Si la contaminación es alta es importante recoger primero el grueso del hidrocarburo derramado mediante otra técnica de limpieza. La fuerte acción del oleaje puede limpiar naturalmente algunas playas sin necesidad de remover inmediatamente el hidrocarburo.
En la limpieza de costas pueden utilizarse tanto dispersantes de base de hidrocarburo como concentrados, aunque el primer tipo puede tener una mayor penetración en hidrocarburos viscosos gracias al solvente de hidrocarburo. Las tasas de aplicación del dispersantes deben estar en el mismo rango que las utilizadas en el mar. En caso de una contaminación aguda, muchas veces es preferible limpiar las superficies contaminadas con dos o más tratamientos separados, y no tratar de remover todo el hidrocarburo de una sola aplicación.
Es importante en la aplicación contemplar que la playa se lave con agua de mar unos 30 minutos después de la aplicación, minimizando así la penetración del dispersante en el material de playa. En el caso de las

playas de cascajos o rodados se recomienda un período aún más costo. En zonas con mareas lo mejor es realizar el rociado del hidrocarburo justo antes del avance de la marea alta. En costas sin diferencias de marea se puede lavar con agua de mar a baja presión teniendo cuidado de no empujar el hidrocarburo hacia el sustrato.

El equipo más apropiado para la aplicación depende del tipo de material de playa que será limpiado, la factibilidad de acceso y la dimensión de la operación.

Los dispersantes pueden ser utilizados también para limpiar rocas, rompeolas y otras estructuras construidas por el hombre. Es necesario utilizar cepillos de mano para facilitar el mezclado y el lavado con chorros de agua a alta presión para limpiar el hidrocarburo de las superficies verticales. La mezcla de agentes gelificantes con el dispersante puede evitar este se escurra por las paredes verticales aumentando así el tiempo de contacto entre el hidrocarburo y el dispersante.

Los hidrocarburos pesados con alta viscosidad pueden desprenderse de las rocas y paredes funcionando el dispersante como un agente liberador. De esta manera muy poca parte del hidrocarburo lavado de dispersará, debiendo ser recogido con medios mecánicos (solventes o recolectores).

Es importante asegurar que el hidrocarburo tratado permanezca dispersado y no reaparezca en la superficie formando una mancha que podría contaminar otras áreas.

Es fundamental también que las personas que trabajen en las operaciones de rociado utilicen ropa adecuada de protección, que incluya guantes, botas, anteojos protectores y barbijos. Las áreas donde se desarrollan las distintas tareas de limpieza de playa debe restringirse el acceso del público.

Consideraciones ambientales

El uso de dispersantes genera mucha controversia debido no sólo a que representa una introducción deliberada al mar de un contaminante adicional, sino que ocasiona el aumento local de la concentración de hidrocarburo en la columna de agua, pudiendo provocar un daño biológico.

Si bien hay gran cantidad de datos de laboratorio, es poca la información que existe acerca de la toxicidad de los dispersantes y mezclas de hidrocarburo/dispersante y sus efectos en organismos marinos en derrames reales, donde la dilución puede reducir significativamente las concentraciones y tiempos de exposición.

Un dato muy útil para decidir si los dispersantes pueden ser utilizados para proteger ciertos recursos sin poner en riesgo a otros, resulta del tipo de dispersante que se decida utilizar y de conocer su potencial de dilución. Los factores que influyen en él son la distancia entre los puntos de aplicación de dispersante y las áreas susceptibles así como la dirección de las corrientes y la profundidad de mezclado de las aguas superficiales. Frecuentemente es posible aproximar tanto la concentración máxima probable de hidrocarburo/dispersante y el tiempo de exposición para un lugar determinado. En áreas donde el potencial de dilución es alto, como en el mar abierto, probablemente las concentraciones altas no

persistan más de unas pocas horas y por lo tanto sus efectos biológicos sean poco significativos. En cambio, en áreas costeras de baja profundidad, donde el intercambio de agua es bajo, las concentraciones elevadas pueden persistir por períodos más largos y posiblemente alcancen valores cercanos a los que se sabe causan efectos observables en las pruebas de laboratorio.
Raras veces las circunstancias que favorecen el uso de dispersantes son bien definidas. Frecuentemente es necesario sopesar la relación efectividad-costo y definir cuáles son las prioridades conflictivas para la protección de diferentes recursos del daño de la contaminación. Es importante entonces que se establezca un orden de prioridades para los recursos a ser protegidos y se fijen las circunstancias bajo las cuales pueden aplicarse dispersantes antes de que ocurra un derrame.

Incineración in situ de hidrocarburos en la mar

Son numerosos los ejemplos de hidrocarburos que han sido derramados por los buques y que, de forma accidental, han prendido y se han consumido en gran parte en el incendio resultante.
La incineración intencionada de hidrocarburos derramados sobre la superficie del mar, conocida como incineración situ, resulta ser, en ciertas condiciones, un método potencialmente eficaz para eliminar grandes cantidades de hidrocarburos en un periodo de tiempo relativamente corto. Desde comienzos de los años 70 se han investigado estas técnicas pero rara vez han sido empleadas en casos reales de derrames de hidrocarburos.

Es una técnica con potencial para tratar grandes volúmenes de hidrocarburos, que ofrece ventajas en ciertos casos con respecto a técnicas más convencionales como la contención y la recuperación: desde un punto de vista logístico, resulta relativamente sencilla y reduce las necesidades de almacenamiento, manipulación y trasvase, tratamiento y eliminación de los hidrocarburos o de las aguas oleosas recogidas.

La ignición de una mancha de hidrocarburos se produce cuando la temperatura de la superficie de la mancha alcanza su punto de inflamación (el punto en el que los hidrocarburos se vaporizan en cantidades suficientes como para mantener la combustión). Para que la combustión se sostenga y las llamas se propaguen, la temperatura de la superficie de la mancha deberá alcanzar su punto de incendio, que suele ser unos grados superior al punto de inflamación. Este punto de incendio es la temperatura a la que la velocidad de vaporización es igual o superior a la velocidad de combustión. A medida que progresa la combustión, la mancha se hace más delgada, reduciendo, de este modo, la capacidad de aislamiento de la capa de hidrocarburos. Su extinción se produce cuando se ha incrementado la pérdida de calor hasta el

punto en el que la temperatura de la superficie de la mancha cae por debajo del punto de incendio. Por lo general, una mancha que esté ardiendo se extinguirá por sí misma una vez que el espesor de la mancha se haya reducido hasta alcanzar determinado espesor (del orden de 1 milímetro). En el momento de intentar quemar los hidrocarburos, sus propiedades serán las que determinen el nivel de aporte de calor que se requiere para alcanzar el punto de incendio. La mayoría de los hidrocarburos se quemarán con éxito si la mancha tiene el espesor suficiente y hay energía suficiente disponible para hacer que la mancha prenda y mantener el proceso de combustión. Los crudos recién derramados se queman con más facilidad, mientras que los hidrocarburos meteorizados requieren, por lo general, un periodo de calentamiento mayor para llegar a prender. Es difícil que las emulsiones prendan y llega a hacerse imposible una vez que el contenido de agua ha superado un cierto porcentaje.

Hay dos preocupaciones en relación con la incineración in situ:

- la producción de una gran masa de humo
- los residuos de material que persisten en el medio una vez que ha cesado la incineración.

Las emisiones procedentes de una incineración in situ y las concentraciones de partículas en la masa de agua son importantes en el lugar de la incineración, disminuyendo a medida que aumenta la distancia a la zona de incineración, principalmente por dilución, dispersión y deposición, pero también son lavadas por la lluvia y la nieve. Otras sustancias como los hidrocarburos poliaromáticos (HPA) y los compuestos volátiles orgánicos (CVO) caen a niveles base a escasa distancia del lugar de la incineración.
La combustión del petróleo produce una densa nube de humo de color negro debido a las pequeñas partículas de carbono causadas por la baja eficiencia en la combustión de tales productos. Estas partículas pueden causar importantes problemas respiratorios o agravar los síntomas de pacientes con enfermedades cardiacas o pulmonares. Otras sustancias emitidas a la atmósfera en estas ocasiones son vapor de agua y gases invisibles, como dióxido de carbono, monóxido de carbono, dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno. Se trata, en algunas de ellas de gases de efectos invernadero.

Los residuos son una sustancia semejante al alquitrán y muy adhesiva que adquiere forma de masa compacta y de masas semisólidas, compuestas por hidrocarburos sin quemar y parcialmente quemados, hidrocarburos muy evaporados y partículas de carbonilla que han vuelto a depositarse. Las propiedades de los residuos quemados varían dependiendo de la eficacia de incineración, de las propiedades iniciales de los hidrocarburos y del espesor inicial de la mancha. No obstante, suelen tener una flotabilidad neutra o, en algunos casos, son más densos que el agua de mar y pueden hundirse. La toxicidad de los residuos resultantes de la incineración no es muy diferente de la toxicidad de los hidrocarburos originales; sin embargo, los residuos que se encuentran en la columna de agua o en el fondo del mar pueden interferir en

las actividades pesqueras y puede dañar los equipos, y los residuos depositados en el fondo del mar pueden asfixiar a los organismos bentónicos .

CONCLUSIONES

El trabajo se compones de 4 partes diferenciadas.

He comenzado dando una breve descripción sobre un accidente marítimo que me han parecido importante a la hora de analizar como se produce un derrame .

He analizado el caso del petrolero Prestige que causó una catástrofe de dimensiones considerables en la costa gallega , de especial relevancia debido a la repercusión y los daños colaterales que causó esta marea negra que dejó sin faena a miles de marineros y mariscadores de la primera región pesquera de la Unión Europea.

Partiendo de esta catástrofe ecológica continuo haciendo una descripción de la diferente normativa que regulan los derrames de hidrocarburo bien como medidas preventivas bien como establecer responsabilidades.

Comienzo por el MARPOL como norma principal reguladora de la que analizo sus diferentes anexos recalcando el anexo I y el anexo II que tratan sobre regulaciones para la prevención de la contaminación y son de obligado cumplimiento.

Continuo con el convenio OPRC90, el Protocolo HNS, Convenio BUNKERS 2001 y un poco como regula la legislación española .

Despues de asentar como base toda la normativa , relacionada con la contaminación de hidrocarburos paso a describir el complejo sistema de respuesta antiderrame español .En el que primero se analiza que tipo de emergencia se está tratando , para después definir quien coordinará y se responsabilizará de apaliar las consecuencias del mismo, aquí explico quien es quien y que decisiones y acciones debe tomar según se de el caso .

Al final del Capítulo añado un apartado sobre dos entes que se encargan de la prevención de derrames de hidrocarburos que considera de vital importancia , como son el CIAIM y el EMSA (adoptado en España a partir de la catástrofe del Prestige).

Metiendome un poco mas en profundidad el siguiente apartado del trabajo se lo dedico a desmenuzar las características de los crudos y su comportamiento en la mar .

Para una adecuada respuesta ante un derrame es importante saber con que tipo de crudo se está tratando para así adecuar los medios que tenemos a ese específico tipo de crudo y no gastar posibilidades , tiempo ni dinero en métodos y medios inadecuados.

También es importante saber que procesos físicos y químicos desarrollará el crudo al verterse en la mar inmediatamente y horas depues del vertido .

En la siguiente parte del trabajo describo los diferentes medios de recolección y dispersión del hidrocarburo derramado.

Las barreras son parte esencial en la recogida de hidrocarburos , aquí se puede encontrar una descripción del los tipos de barreras existentes , partes de las barreras , su colocación y cual sería mas adecuada para la recogida del hidrocarburo .

El uso de dispersantes es parte esencial en métodos de deshecho , aquí describo como actúa el dispersante y tipos de dispersantes que hay en el mercado , su efectividad como tal y métodos de aplicación .

Por último acabo el trabajo hablando un poco de como nos desharemos del Hidrocarburo una vez recolectado , las especificaciones para que no sea tan agresivo con el medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

OMI. Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques, de 2 de noviembre de 1973. Convenio MARPOL (con el protocolo de Londres de 17 de febrero de 1978 y enmiendas posteriores).

• Naciones Unidas (ONU). Convenio de la Naciones Unidas sobre derecho del mar (III UNCLOS) de 22 de diciembre de 1982. Montego Bay Jamaica.

• OMI. Resolución A.950 (23): Servicio de Asistencia Marítima (MAS). Londres: OMI, 2003.

• OMI. Resolución A.949 (23): Directrices relativas a los lugares de refugio para los buques necesitados de asistencia. Londres: OMI, 2003.

• OMI. Convenio internacional relativo a la intervención en alta mar en caso de accidentes que causen una contaminación por hidrocarburos, 1969

• OMI. Convenio Internacional sobre Cooperación, Preparación y Lucha contra la contaminación por hidrocarburos (OPCR). 1995.

• OMI. Protocolo sobre Cooperación, Preparación y Lucha contra los sucesos de contaminación por sustancias nocivas y potencialmente peligrosas (SNPP). 2007.

• UE. DIRECTIVA 2002/59/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de junio de 2002, relativa al establecimiento de un sistema comunitario de seguimiento y de información sobre el tráfico marítimo y por la que se deroga la DIRECTIVA 93/75/CEE del Consejo. Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 5 de agosto de 2002, L 208/10-27.

• UE. DIRECTIVA 2001/106/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 19 de diciembre de 2001 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 bajojurisdicción de los Estados miembros (control del Estado del puerto). Diario Oficial de las Comunidades Europeas. 22 de enero de 2012. L 19/17.

• UK. MCA. NATIONAL CONTINGENCY PLAN FOR MARINE POLLUTION FROM SHIPPING AND OFFSHORE INSTALLATIONS UK. CONSULTATION DOCUMENT.

• UK. Merchant Shipping and Maritime Security Act 1997

• UK. Marine Safety Act 2003 España. Ley 33/2010, de 5 de agosto, de modificación de la Ley 48/2003, de 26 de

noviembre, de régimen económico y de prestación de servicios en los puertos de interés general. BOE, Sábado 7 de agosto de 2010, núm. 191.

• España. Ley 27/1992 de puertos del estado y de la marina mercante.

• España. 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. BOE, Jueves 20 de octubre de 2011, núm. 253.

• España. REAL DECRETO 323/2008, de 29 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 2062/1999, de 30 de diciembre, por el que se regula el nivel mínimo de formación en profesiones marítimas. BOE, 15 de Marzo de 2008, núm. 65.

• España. Real Decreto 799/2011, de 10 de junio, por el que se establecen las obligaciones que incumben al Ministerio de Fomento en materia de seguridad marítima y prevención de la contaminación marina sobre buques españoles. BOE, Sábado 11 de Junio de 2011, núm. 139.

• España. Real Decreto 877/2011, de 24 de junio, sobre reglas y estándares comunes para las organizaciones de inspección y reconocimiento de buques y para las actividades correspondientes de la Administración marítima. BOE, sábado 25 de Junio de 2011, núm.151.

• España. Real Decreto 1593/2010, de 26 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 210/2004, de 6 de febrero, por el que se establece un sistema de seguimiento y de información sobre el tráfico marítimo. BOE, Martes 30 de Noviembre de 2010, núm. 289.

• España. Real Decreto 1616/2011, de 14 de noviembre, por el que se regula el seguro de los propietarios de los buques civiles para reclamaciones de derecho marítimo. BOE, Martes 15 de Noviembre de 2011, núm. 275.

• España. Real Decreto 457/2011, de 1 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 1247/1999, de 16 de julio, sobre reglas y normas de seguridad aplicables a los buques de pasaje que realicen travesías entre puertos españoles. BOE, Miércoles 25 de Mayo de 2011, núm. 124.

• España. Real Decreto 800/2011, de 10 de junio, por el que se regula la investigación de los accidentes e incidentes marítimos y la Comisión permanente de investigación de accidentes e incidentes marítimos. BOE, Sábado 11 de Junio de 2011, núm. 139.

• España. Real Decreto 1737/2010, de 23 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan las inspecciones de buques extranjeros en puertos españoles. BOE, Sábado 30 de Diciembre de 2010, núm. 317.

• España. 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. BOE, Martes 18 de Noviembre de 2008, núm. 278.

• España. Real Decreto 452/2012, de 5 de marzo, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio de Fomento y se modifica el Real Decreto 1887/2011, de 30 de

España. Ley 33/2010, de 5 de agosto, de modificación de la Ley 48/2003, de 26 de noviembre, de régimen económico y de prestación de servicios en los puertos de interés general. BOE, Sábado 7 de agosto de 2010, núm. 191.

• España. Ley 27/1992 de puertos del estado y de la marina mercante.

• España. 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. BOE, Jueves 20 de octubre de 2011, núm. 253.

• España. REAL DECRETO 323/2008, de 29 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 2062/1999, de 30 de diciembre, por el que se regula el nivel mínimo de formación en profesiones marítimas. BOE, 15 de Marzo de 2008, núm. 65.

• España. Real Decreto 799/2011, de 10 de junio, por el que se establecen las obligaciones que incumben al Ministerio de Fomento en materia de seguridad marítima y prevención de la contaminación marina sobre buques españoles. BOE, Sábado 11 de Junio de 2011, núm. 139.

• España. Real Decreto 877/2011, de 24 de junio, sobre reglas y estándares comunes para las organizaciones de inspección y reconocimiento de buques y para las actividades correspondientes de la Administración marítima. BOE, sábado 25 de Junio de 2011, núm.151.

• España. Real Decreto 1593/2010, de 26 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 210/2004, de 6 de febrero, por el que se establece un sistema de seguimiento y de información sobre el tráfico marítimo. BOE, Martes 30 de Noviembre de 2010, núm. 289.

• España. Real Decreto 1616/2011, de 14 de noviembre, por el que se regula el seguro de los propietarios de los buques civiles para reclamaciones de derecho marítimo. BOE, Martes 15 de Noviembre de 2011, núm. 275.

• España. Real Decreto 457/2011, de 1 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 1247/1999, de 16 de julio, sobre reglas y normas de seguridad aplicables a los buques de pasaje que realicen travesías entre puertos españoles. BOE, Miércoles 25 de Mayo de 2011, núm. 124.

• España. Real Decreto 800/2011, de 10 de junio, por el que se regula la investigación de los accidentes e incidentes marítimos y la Comisión permanente de investigación de accidentes e

incidentes marítimos. BOE, Sábado 11 de Junio de 2011, núm. 139.
• España. Real Decreto 1737/2010, de 23 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan las inspecciones de buques extranjeros en puertos españoles. BOE, Sábado 30 de Diciembre de 2010, núm. 317.
• España. 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. BOE, Martes 18 de Noviembre de 2008, núm. 278.
• España. Real Decreto 452/2012, de 5 de marzo, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio de Fomento y se modifica el Real Decreto 1887/2011, de 30 de

Webgrafía.

Asociación de Navieros Españoles ANAVE. www.anave.es

Agencia Europea de Seguridad Marítima. www.emsa.europa.eu

Comisión de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos: www.fomento.gob.es

Maritime and Coastguard Agency: www.dft.gov.uk/mca

Organización Marítima Internacional. www.imo.org!

http://www.cedre.fr/es/sitemap.php

http://www.cethus.org/mar_limpio/conservacion_s2.html

http://www.magrama.gob.es/

http://www.magrama.gob.es/

http://ingenieria-de-petroleo.lacomunidadpetrolera.com/

http://www.magrama.gob.es/

***http://www.dft.gov.uk/mca/mcga07-home/emergencyresponse/mcga*dops_**

cp_environmental-counter-pollution_and_response.htm

• www.maib.gov.uk/publications/investigation_reports/1990_to_1998/braer.cfm

http://www.itopf.com/information-services/data-and-statistics/statistics/index.html

- **http://www.imo.org/OurWork/Safety/Implementation/Casualties/Pages/Default.aspx**
- **http://www.unepmap.org/index.php?module=content2&catid=001003002**
- **http://ec.europa.eu/world/agreements/prepareCreateTreatiesWorkspace/treatiesGeneralData.do?step=0&redirect=true&treatyId=6161**
- **http://www.dgpm.gov.pt/Pages/CILPAN_UK.aspx#5**

https://www.gov.uk/maib-reports

Publicaciones:

Agencia Europea de Seguridad Marítima. Memoria Anual. 2011

Código Internacional de Gestión de la Seguridad Operacional del buque y la prevención de la contaminación (Código Internacional de Gestión de la Seguridad (IGS)) (Revoca la Resolución A. 680 (17).

Comisión Permanente de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos. Memoria Anual. 2011.

MSC.104 (73) Adopción de enmiendas al Código Internacional de Gestión de la Seguridad (Código IGS).