Sistemas de recuperación de hidrocarburos en la costa y en la mar

Sistemas mecánicos de recogida

Después de un derrame de hidrocarburos se pueden plantear diferentes opciones de respuesta:

- No hacer nada.
- Incineración in situ.
- Dispersión química.
- Confinamiento y recuperación en la mar.
- Protección del litoral y limpieza de costa.

No hacer nada: Una opción valida cuando se trata de hidrocarburos ligeros con una rápida evaporación y dispersión, o cuando los daños ocasionados al medio ambiente por las posibles operaciones de limpieza y recuperación, son mayores que los causados por la propia degradación del hidrocarburo.

Incineración in situ: De forma accidental o provocada, el quemado in situ evita, que tras un vertido parte del hidrocarburo llegue al medio marino, un sistema discutible por producir otro tipo de contaminación, y que también depende en gran medida de las características del hidrocarburo. Actualmente no esta contemplado su uso, de forma provocada, en España, pero si es muy usado en otros países, caso destacable el de EE.UU..

En nuestro país el caso mas destacado fue el incendio, de forma fortuita, tras el embarrancamiento y posterior vertido del “Mar Egeo” en la costa de Coruña, un porcentaje muy alto del producto ardio lo que favorecio que el impacto al medio marino fuese mucho menor.

Dispersión química: Con la utilización de productos químicos que dispersan el hidrocarburo en la columna de agua, actualmente no esta contemplado su uso en España.

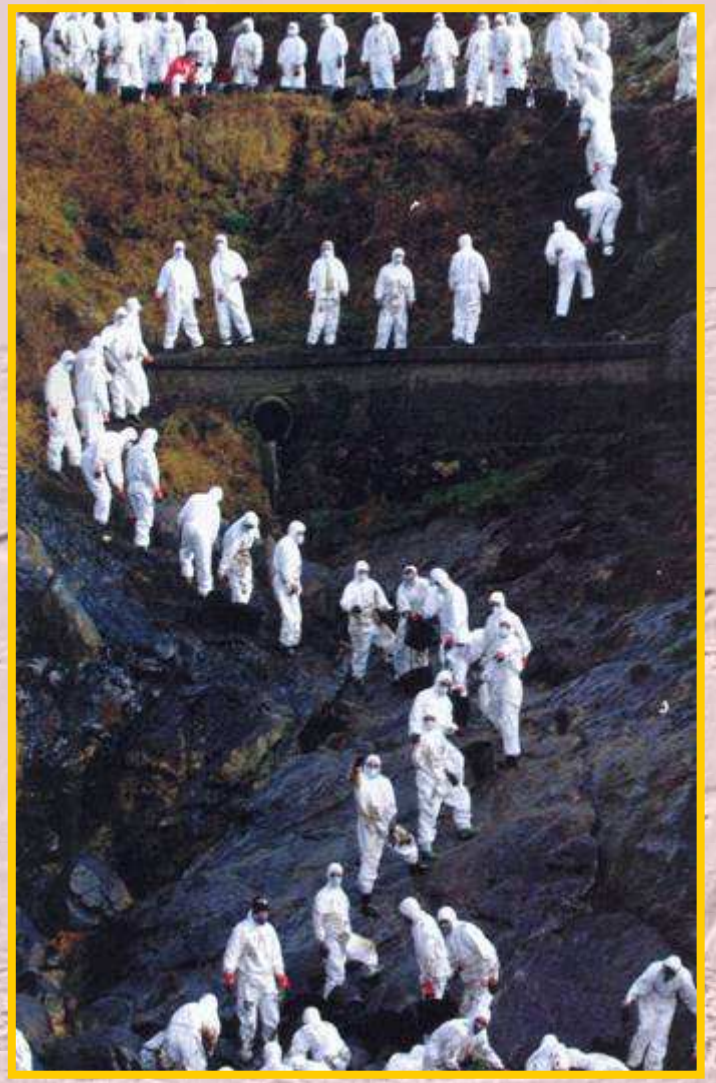
Su uso depende del tipo de hidrocarburo y tiene una ventana de tiempo de aplicación limitada para que su acción sea realmente efectiva. Su uso es rápido y de sencilla aplicación desde buques o aviones.

Contención: Intentar contener la mayor cantidad de hidrocarburo en el agua mediante el uso de barreras para minimizar en lo posible su llegada a la costa.

Recuperación: Recuperar la mayor cantidad posible de hidrocarburo contenido mediante los sistemas de barreras con diferentes medios mecánicos.

Como premisa básica, todo el hidrocarburo que sea retirado en la mar no llegara a tierra minimizando el impacto ambiental del vertido y agilizando las operaciones de limpieza en costa de por si lentas, difíciles y costosas.

Limpieza en costa: Operaciones de limpieza en costa para recuperar la mayor cantidad de hidrocarburo y minimizar su impacto ambiental.



Este tipo de limpieza necesita de medios mecánicos especiales y el empleo de gran cantidad de personal para el trabajo manual con la complicación añadida de la diferente orografía de la franja costera.

Los medios mecánicos de recogida tienen como objetivo:

- Retirar el hidrocarburo del agua.
- Durante este proceso de recogida intentar que la cantidad de agua mezclada con el hidrocarburo sea la menor posible.
- Enviar la mezcla de agua e hidrocarburo recogida a un deposito de almacenaje donde pueda ser tratada posteriormente.

Medios mecánicos de recogida:

- Tangones barredores.
- Skimmers.
- Bombas.
- Embarcaciones de recogida.

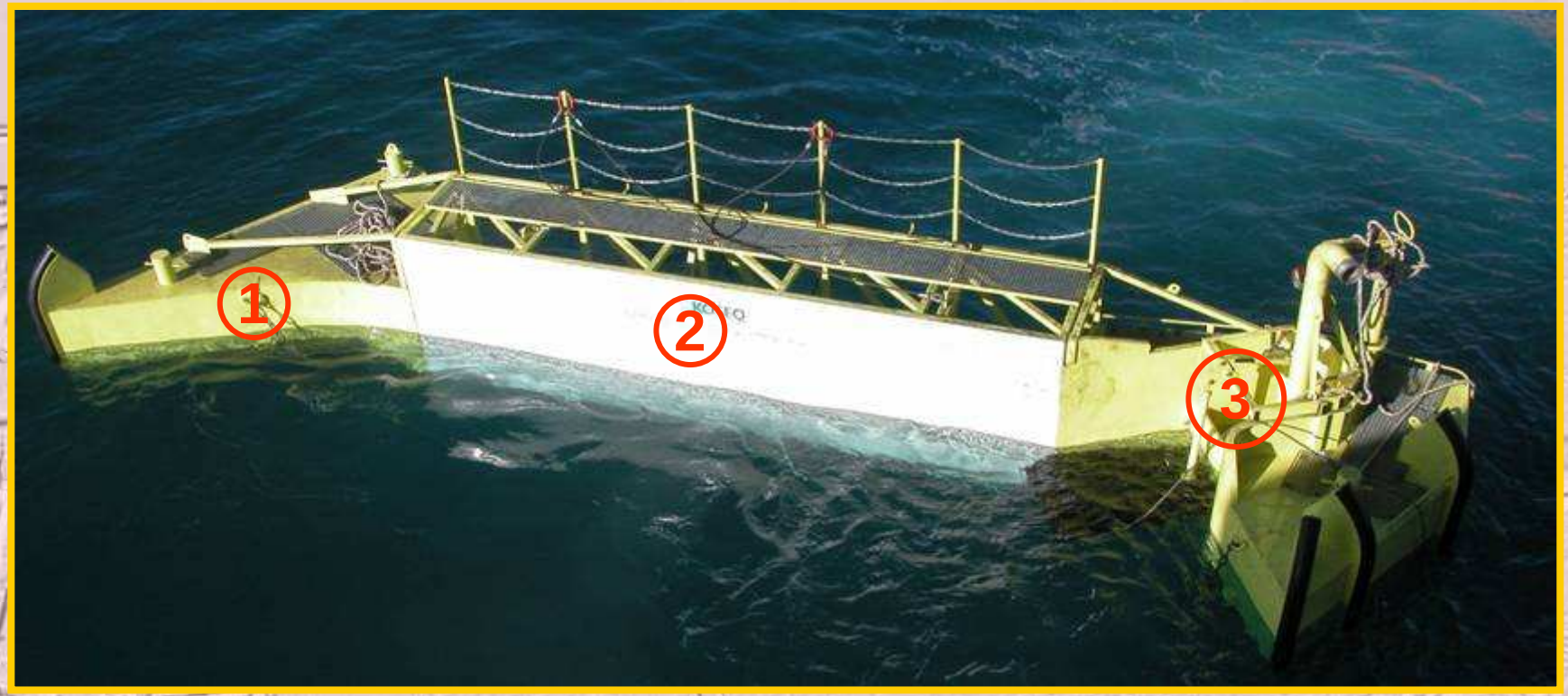
Otros medios de recogida:

- Equipos mecánicos de fortuna.
- Equipos manuales de fortuna.

Brazos de barrido lateral:

Unos de los últimos sistemas de recogida recientemente incorporado a la mas modernas unidades de lucha contra la contaminación, consiste en un flotador que abarloado y remolcado por el costado del buque que lo despliega y aprovechándose del flujo de agua generado al avanzar sobre la mancha, obliga al hidrocarburo a concentrarse en el extremo interior del tangon desde donde, por medio de una bomba, es recuperado y enviado a los tanques de almacenaje del buque.

Brazos de barrido lateral: partes



- 1 - Flotador externo: Tiene como fin desviar el flujo de agua y dar flotabilidad a todo el sistema.
- 2 - Celosía central: Sirve como zona de recogida, es una estructura de celosía metálica con una pared vertical de material sintético oleofílico que dirige el flujo y evita que el hidrocarburo se pegue a la estructura o la rebase por la parte alta.
- 3 - Flotador interno: Da flotabilidad al tangon y contiene la jaula que concentra el hidrocarburo recogido y donde se encuentra la bomba que lo envía a los tanques del buque.

Brazos de barrido lateral: partes

Bomba de aspiración

Detalle de la jaula de aspiración

Este sistema de recogida es efectivo para hidrocarburos de tipo medio y pesado, no así para productos ligeros donde la capa superficial es muy fina, puede trabajar con velocidades de navegación de hasta 4 nudos y con condiciones de altura de ola hasta fuerza 5.

Brazos de barrido lateral: arriado

Arriado doble montado sobre pescantes.

- El arriado de estos tangones puede ser simple cuando se trabaja por un solo costado, o doble cuando el buque trabaja con dos tangones, uno por cada costado. El arriado puede ser efectuado con la ayuda de grúa o mediante sistema de pescantes.

Arriado doble sobre grúa

Arriado simple sobre grúa

Skimmers: Principios de funcionamiento.

Son equipos mecánicos diseñados para la recogida del hidrocarburo en el agua.

Su funcionamiento esta basado en el principio de que todos los hidrocarburos, (o la mayor parte de ellos), flotan en el agua al tener una densidad menor que esta, formando una capa de mayor o menor espesor sobre la superficie del agua.

Los skimmers intentan, según varios tipos de principio físico de funcionamiento, retirar esta capa que flota en la superficie y que la cantidad de agua mezclada con el hidrocarburo recogido sea la menor posible.

Skimmers: Componentes básicos.

La cabeza flotante recupera el hidrocarburo de la superficie del agua. Para crear la corriente de aspiración en el skimmer tipo vertedero, es necesaria una bomba. Para crear movimiento mecánico en skimmers oleofílicos o mecánicos, se precisa una unidad de potencia. El otro componente básico son las mangueras que conectan la descarga de la bomba con los tanques de almacenaje donde se deposita la mezcla de agua e hidrocarburo recuperado.

Skimmers: Tipos.

Básicamente los skimmers pueden ser, con pequeñas variaciones de diseño, de tres tipos:

- De Aspiración o Vacío: Mediante una bomba se crea una corriente de aspiración/vacío que aspira la capa superior de la mezcla de hidrocarburo/agua impulsándolo posteriormente a un tanque de recogida.

- De Vertedero: Un flotador soporta en su parte central un embudo que se mantiene ligeramente por encima de la superficie, la capa de agua y el hidrocarburo que sobre ella flota se precipita en su interior por gravedad y por la corriente de aspiración que genera la bomba, y desde allí es bombeada al tanque de almacenaje.

- Oleofílicos: Un material oleofílico, (aquel que tiene la propiedad de atraer el hidrocarburo y repeler el agua), es movido sobre la superficie, el hidrocarburo impregna este material que después es escurrido mediante un sistema de peine, rodillos y rascadores para caer posteriormente en una cubeta desde donde es bombeado al tanque de almacenaje.

Skimmer de Aspiración o Vacío:

Mediante una bomba mecánica se crea una corriente de aspiración/vacío, este vacío aspira la capa superior de la mezcla de hidrocarburo/agua impulsándolo posteriormente a un tanque de recogida mediante una manguera.

Características:

- **Tienen una muy baja selectividad entre el hidrocarburo y el agua, esta selectividad depende del tipo de hidrocarburo y la capa que este forme sobre el agua.**
- **Combinan una baja recuperación con una baja capacidad de almacenamiento.**
- **La eficacia depende en gran medida del grosor del hidrocarburo y de la pericia del manipulador.**

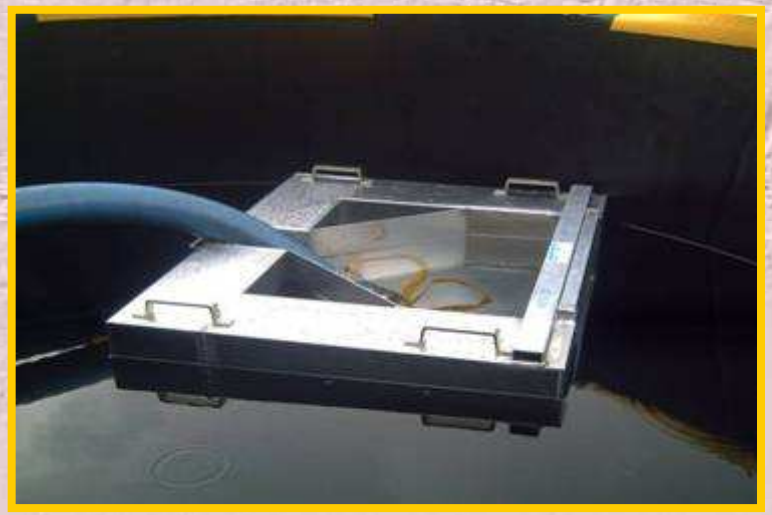
Skimmer: De Vacío, partes:

Skimmer: de Aspiración, partes:

Detalle de la bomba de aspiración

Detalle de la cabeza del skimmer

Skimmers: De Aspiración y Vacío, diferentes modelos:



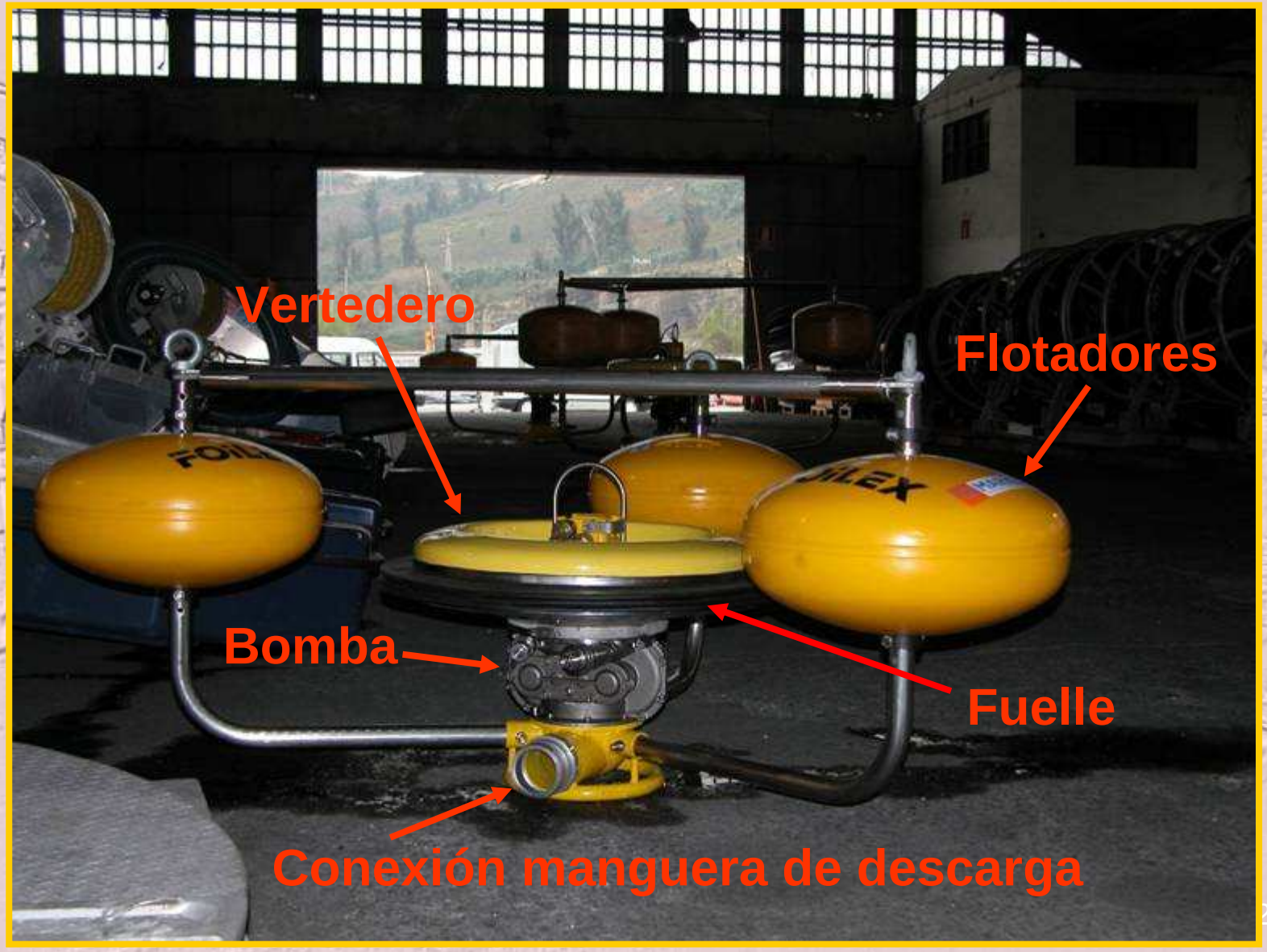
Skimmer de Vertedero:

Tres flotadores soportan en su parte central un aro flotante dotado en su parte inferior de un fuelle. Éste aro se mantiene ligeramente por encima de la superficie, la capa de agua y el hidrocarburo que sobre ella flota se precipita en su interior por gravedad, desde donde es enviada al tanque de almacenaje mediante una bomba mecánica y una manguera de descarga.

Características:

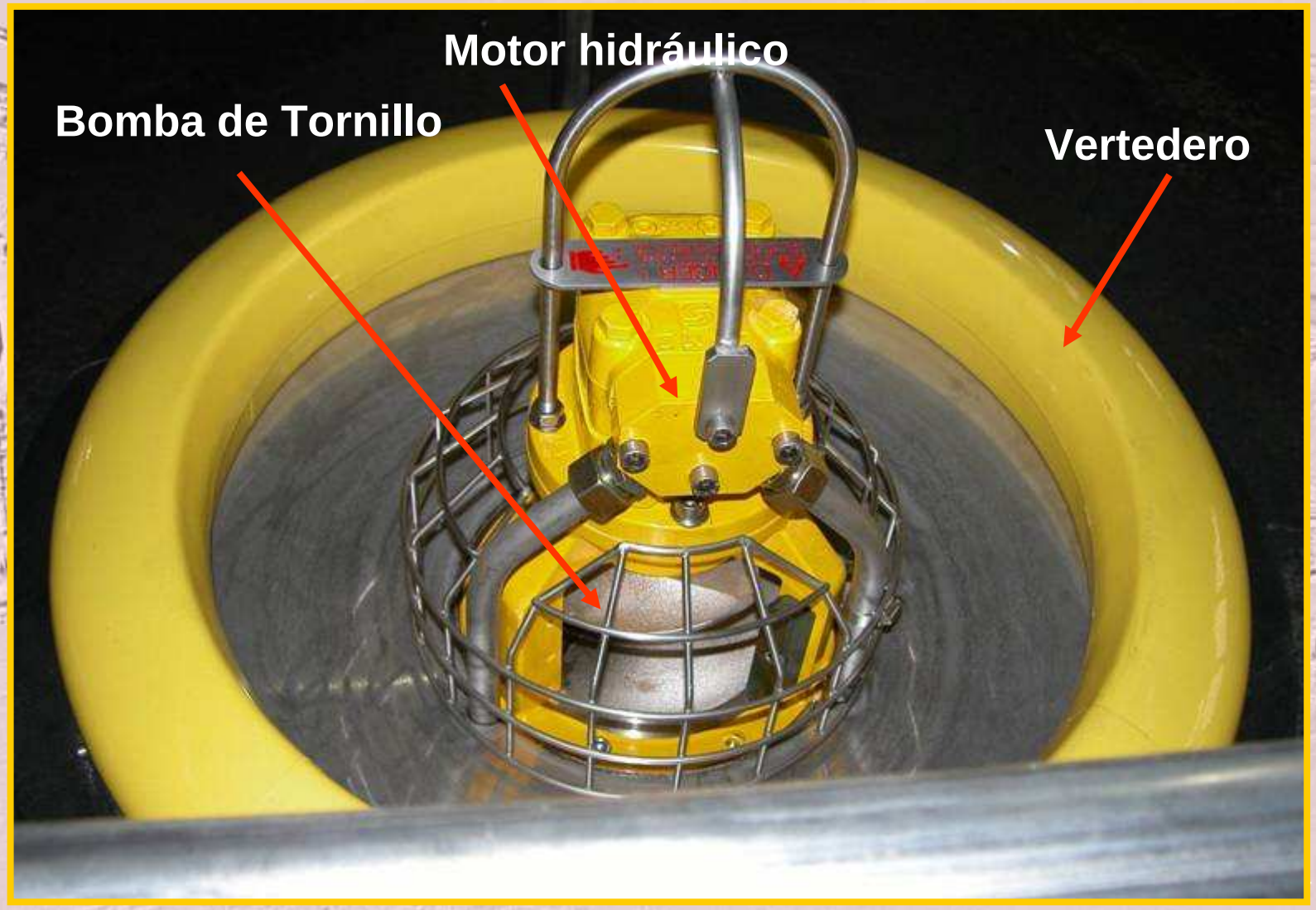
- **Tienen una baja selectividad entre el hidrocarburo y el agua, generalmente el agua recuperada en la mezcla siempre es mayor que la cantidad de hidrocarburo, el agua puede alcanzar un porcentaje del 90% dependiendo de las condiciones de la mar.**
- **Altos promedios de recuperación (mezcla de agua/hidrocarburo), generalmente entre 30 y 90 m3 hora dependiendo del tamaño del skimmer y tipo de hidrocarburo y capacidad de la bomba.**
- **Son afectados en su funcionamiento por la presencia de algas o basura a flote.**
- **Su funcionamiento se ve afectado en gran medida por el oleaje.**

Skimmer: De Vertedero, partes:

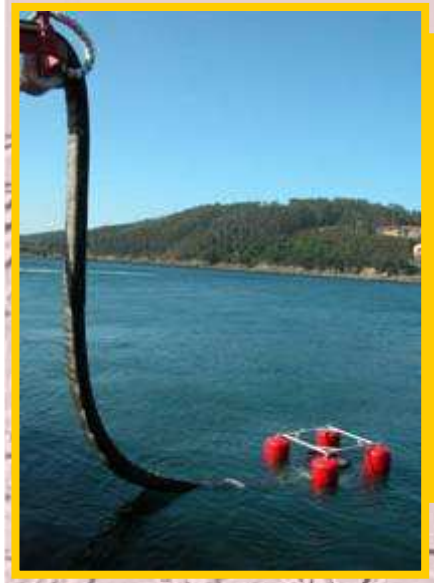


Skimmer: De Vertedero, partes:

Detalle de interior del vertedero.



Skimmers: De Vertedero, diferentes modelos:



Skimmers: De Vertedero, nuevos sistemas:

Hay que hacer especial mención a los nuevos modelos de skimmers. En estos nuevos equipos la cabeza del skimmer es parte de un conjunto completo formado por el carretel de despliegue y la manguera flotante, todo ello montado sobre una plataforma. También disponen de hélices propulsoras hidráulicas y mandos telecomandados que ayudan a posicionar el skimmer sobre la mancha de hidrocarburo.

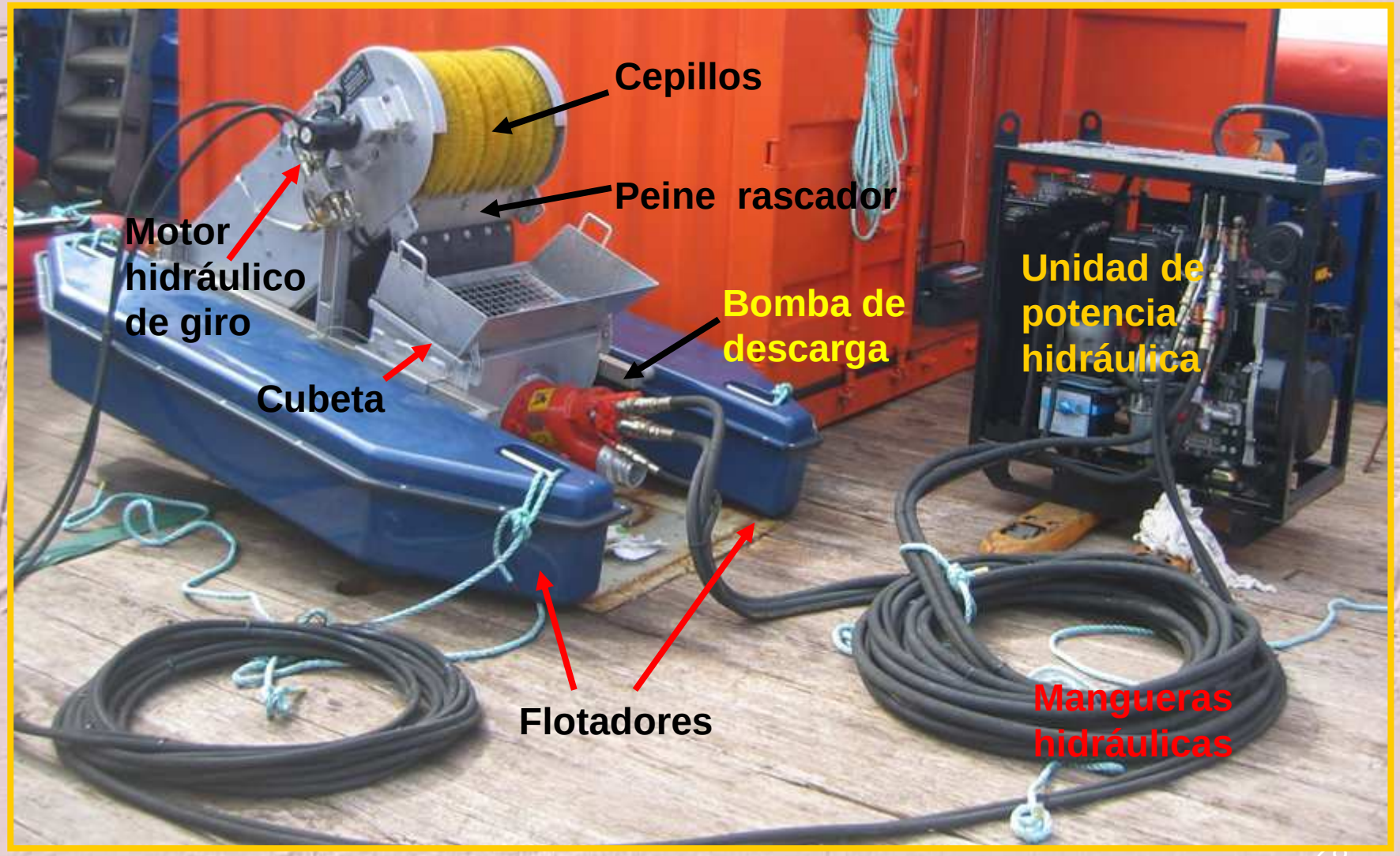
Skimmer Oleofílico:

Un material oleofílico, (aquel que tiene la propiedad de atraer el hidrocarburo y repeler el agua), es movido sobre la superficie, el hidrocarburo impregna este material que después es escurrido mediante un sistema de peine, rodillos o rascadores para caer posterior en una cubeta desde donde en bombeado al tanque de almacenaje. Estos skimmer pueden ser a su vez de cepillos, discos, correa o banda transportadora y de mopas.

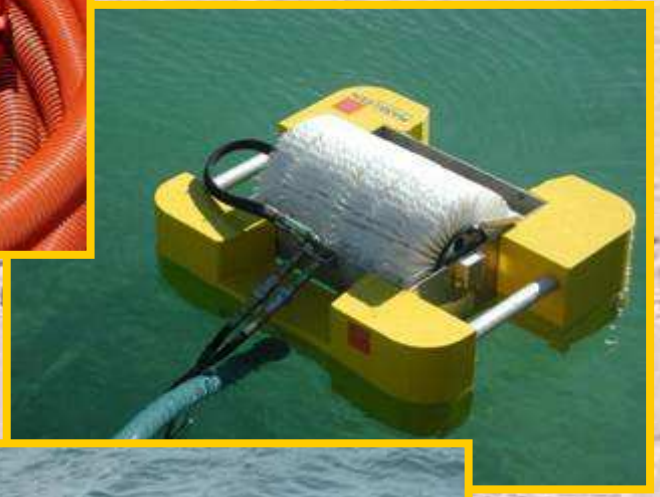
Características:

- **Tienen una alta selectividad entre el hidrocarburo y el agua, pudiendo llegar en condiciones ideales hasta el 100% de efectividad.**
- **Promedios de recuperación generalmente entre 1 y 30 m^3 hora dependiendo del tamaño del skimmer y tipo de hidrocarburo.**
- **No se ven muy afectados en su funcionamiento y recuperación por la presencia de basura a flote o algas.**
- **Su funcionamiento no se ve afectado en gran medida por el oleaje.**

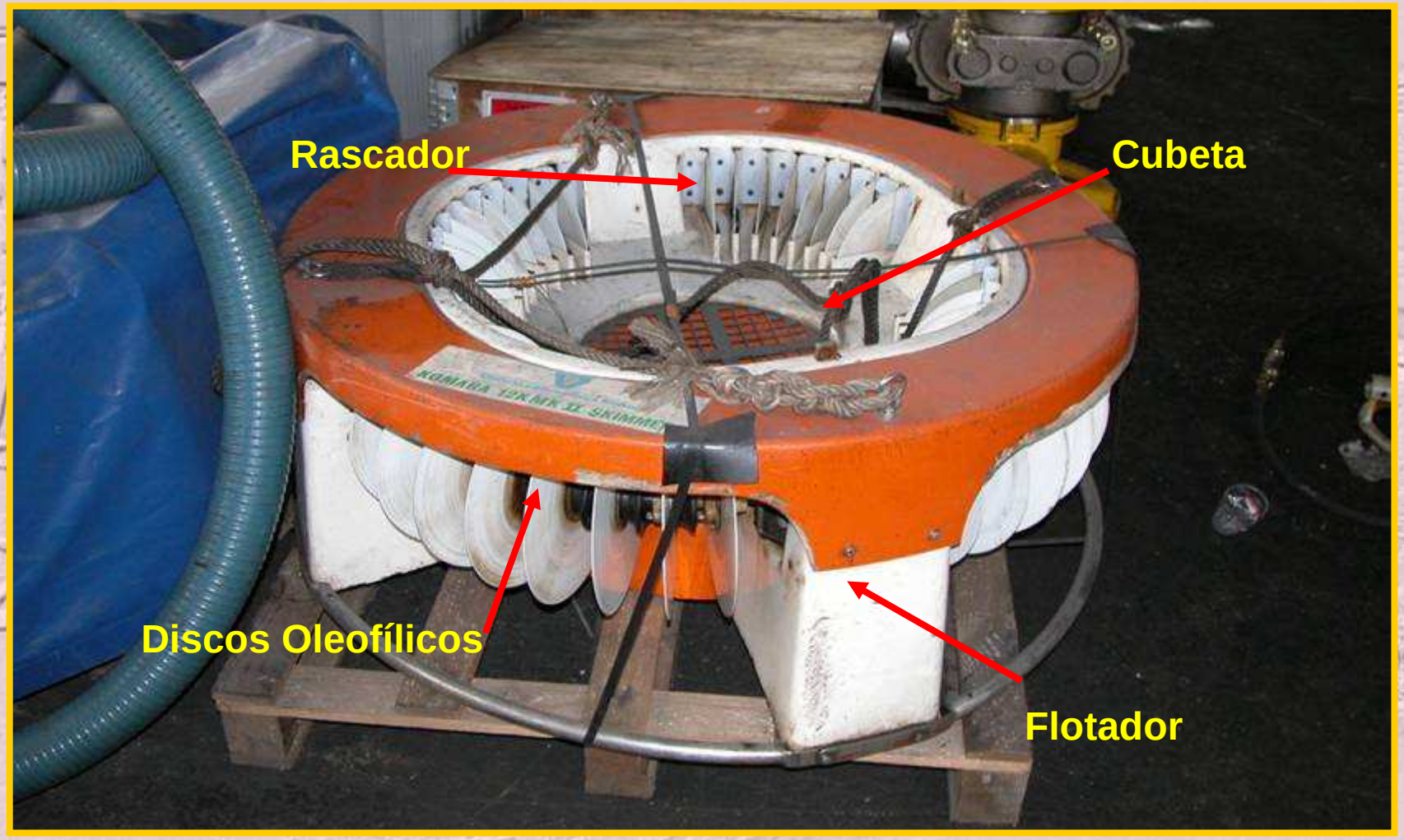
Skimmer: De Cepillo oleofílico, partes:



Skimmers: De Cepillo oleofílico, diferentes modelos:



Skimmer: De Disco oleofílico, partes:



Skimmers: De Disco oleofílico, diferentes modelos:

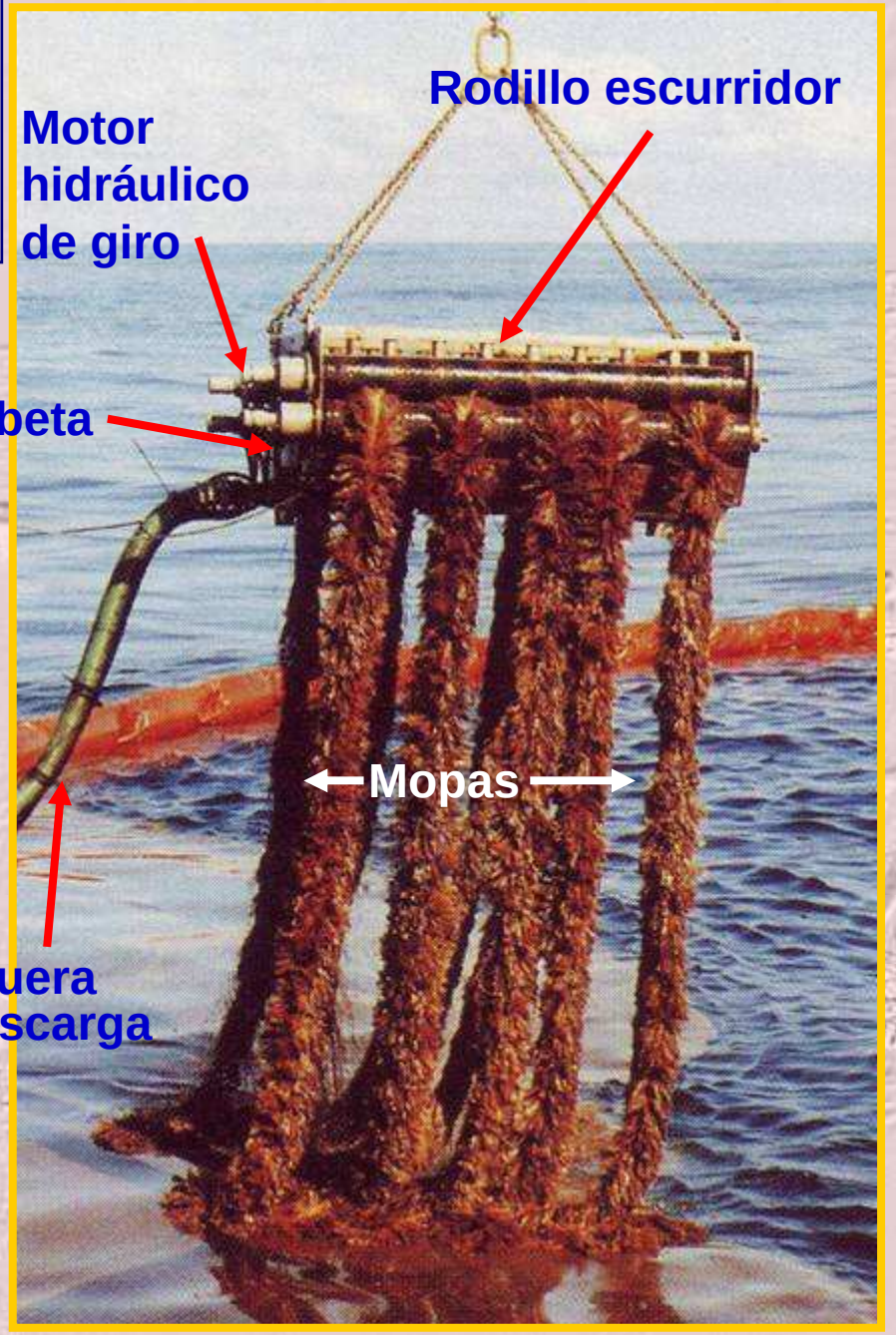
Skimmer: De Correa o Banda oleofílica, partes:

Skimmers: De Correa o Banda oleofílica, diferentes modelos:

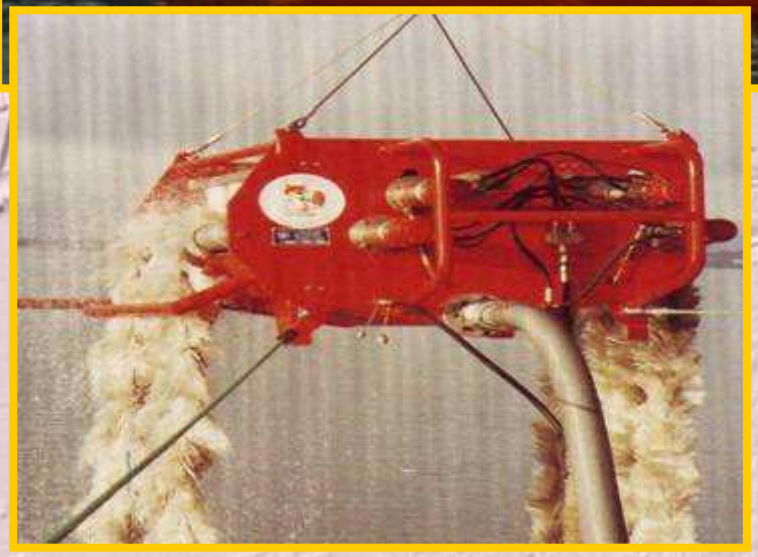
Skimmer:

De mopas, partes:

Este tipo de skimmer necesita ser suspendido mediante una grúa o puntal sobre la mancha de hidrocarburo al no tener un sistema de flotadores, son solamente las mopas los que entran en contacto con la superficie del agua donde se impregnan del hidrocarburo a flote.



Skimmer: De mopas, diferentes modelos:



Bombas: Utilización.

Dentro de los equipos mecánicos de recogida se incluyen los diferentes tipos de bombas, que de una manera independiente o bien formando parte de los diferentes skimmers son utilizadas para el trasiego, vaciado o recuperación del hidrocarburo tras un vertido.

Los sistemas de bombeo tiene una importancia fundamental en el caso de los accidentes marítimos con aporte de hidrocarburo a la mar.

Bombas: Tipos de bombas.

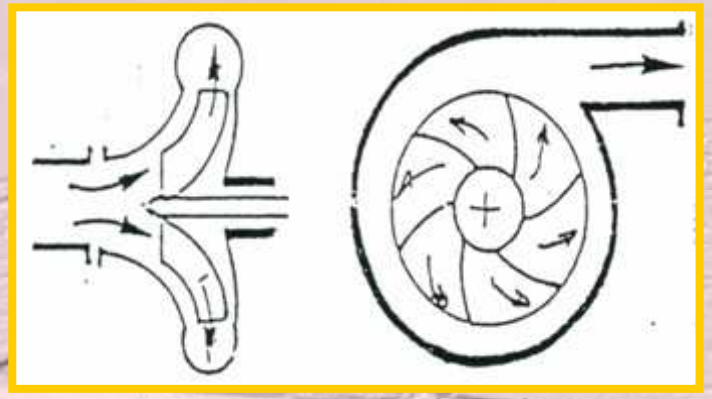
Las bombas utilizadas con hidrocarburos pueden ser de diferentes tipos y tamaños pero básicamente según su principio de funcionamiento son de cinco clases:

- **Centrifugas:** En ellas un rotor con paletas girando a alta velocidad crea el flujo del fluido.
- **Peristálticas o de manguera:** En ellas un tubo de goma es contraído alternativamente por un sistema de rodillos creando en el interior de la manguera el flujo del hidrocarburo de un modo semejante a un intestino.
- **De tornillo**: En este tipo de bomba un tormillo de Arquímedes gira empujando al fluido contenido en su interior.
- **De lóbulos:** Sistema similar al de la bomba de tornillo pero en este caso son dos los tornillos trabajando uno sobre otro el que crea el movimiento del fluido.
- **De membrana.** Un sistema hidráulico o de aire a presión contrae alternativamente dos platos de material elástico creando alternativamente un vació y posteriormente una impulsión que mueve el fluido.

Bombas: Centrifugas.

- Bombas movidas hidráulicamente o con motores diesel. Funcionan bien con emulsiones de cualquier tipo pero no son apropiadas para productos con alta viscosidad.
- Se ven afectadas por los sólidos en suspensión que pueden dañar las paletas de la turbina.
- Dan grandes caudales de bombeo, apropiadas para contraincendios y operaciones de deslastre y trasvase de productos no volátiles.

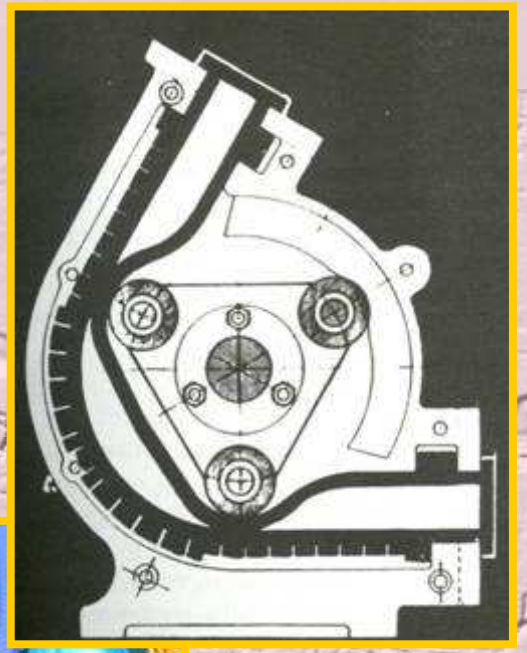
Principio de funcionamiento

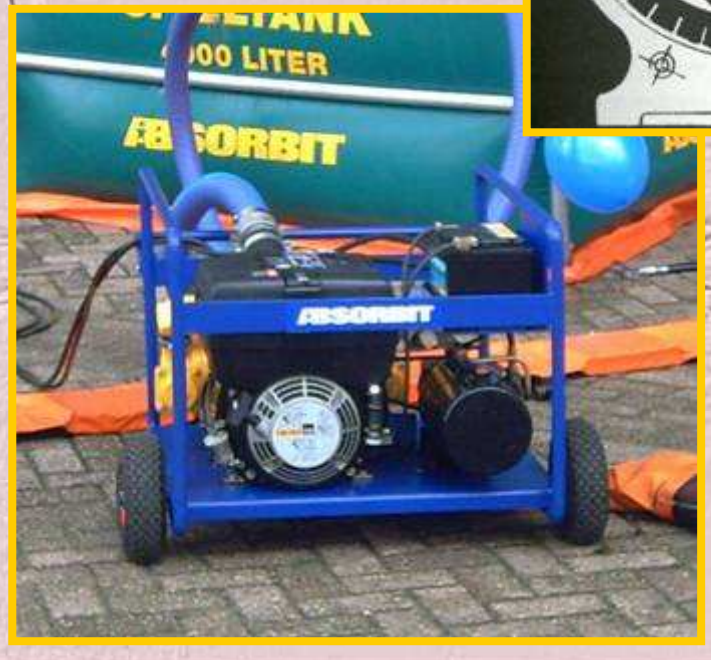


Bombas: Peristálticas o de manguera.

- Bombas ligeras movidas generalmente por motores de gasolina o diesel, con bajo mantenimiento y que funcionan bien con toda clase de productos incluidos los de media viscosidad.
- Son bombas autocebantes muy apropiadas para operaciones de achique de lastres.
- Se ven muy afectadas por la presencia de sólidos en suspensión que pueden dañar la manguera impulsora.

Principio de funcionamiento

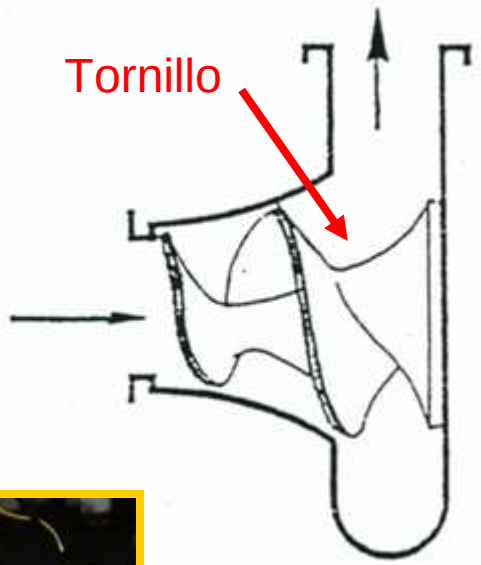




Bombas: De Tornillo.

- Movidas hidráulicamente son validas para cualquier tipo de producto pero especialmente indicadas para hidrocarburos de alta viscosidad.
- No son sensibles a los sólidos en suspensión.
- De bajo mantenimiento y buena capacidad de bombeo, no son autocebables.

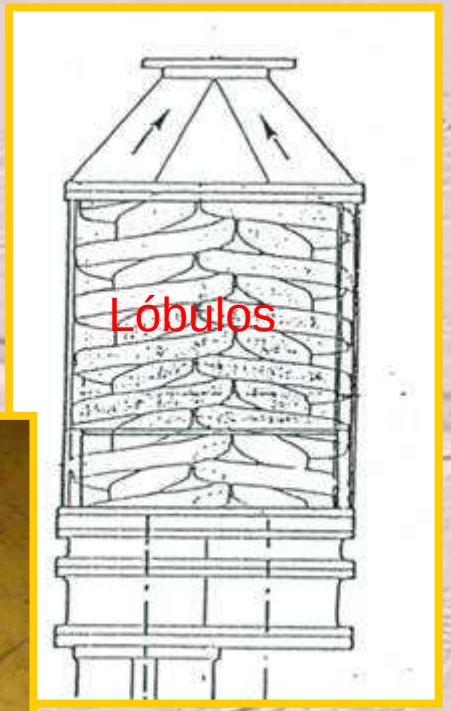
Principio de funcionamiento



Bombas: De Lóbulos.

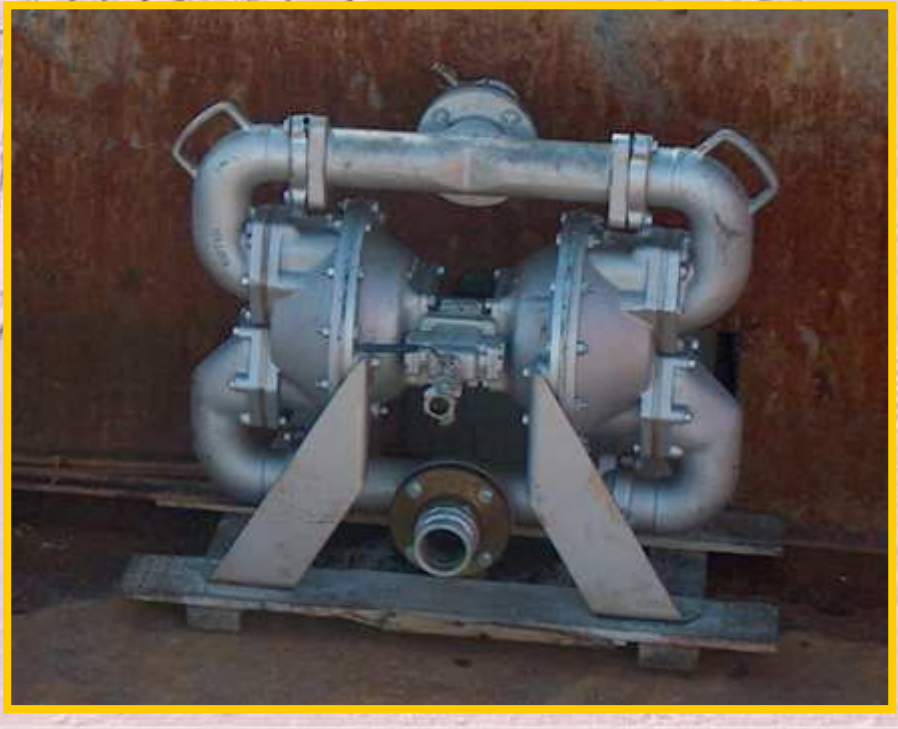
- Movidas también hidráulicamente al igual que las bombas de tornillo, son validas para cualquier tipo de producto pero están especialmente indicadas para hidrocarburos de alta viscosidad.
- Son sensibles a los sólidos en suspensión pudiendo quedarse bloqueados los lóbulos.
- Buena capacidad de bombeo, no siendo autocebables.

Principio de funcionamiento



Bombas: De Membrana.

- Movidas generalmente por un motor diesel o aire a presión, son valida para cualquier tipo de producto, incluso, si las membranas son de material especial, pueden bombear una gran variedad de productos químicos e hidrocarburos ligeros si son operadas con aire.
- Son sensibles a los sólidos en suspensión pudiendo dañar las membranas.
- En el caso de las movidas por aire pueden quedar bloqueadas a bajas temperaturas por la formación de hielo en la caja de distribución debido a la expansión del aire a presión.
- Buena capacidad de bombeo, siendo autocebables.



ELECCIÓN DE BOMBA EN FUNCIÓN DE LA NATURALEZA DEL HIDROCARBURO

Tipo de bomba	Baja viscosidad	Alta viscosidad	Autocebante	Sensibilidad a sólidos en suspensión		
				Arena, graba	Cabos, trapos	Vegetación, algas
Centrifuga	*Buena*	*Mala*	*No*	*Regular*	*Mala*	*Mala*
Peristáltica o manguera	*Buena*	*Buena*	*Si*	*Regular*	*Regular*	*Mala*
De tornillo	*Regular*	*Buena*	*No*	*Buena*	*Buena*	*Buena*
De lóbulos	*Regular*	*Buena*	*No*	*Buena*	*Mala*	*Regular*
De membrana	*Buena*	*Regular*	*Si*	*Buena*	*Regular*	*Mala*

Embarcaciones de recogida: Uso.

Aparte de las grandes unidades marítimas especialmente equipadas con diferentes sistemas mecánicos (brazos de barrido lateral, skimmers, barreras), con gran capacidad de almacenaje y diseñadas para trabajar en la recogida del hidrocarburo en alta mar, existen también pequeñas embarcaciones de múltiples tipos diseñadas para trabajar en estas labores en lugares donde las grandes unidades no pueden acceder por problemas de calado, maniobrabilidad, corrientes o zonas confinadas. Estas pequeñas unidades dotadas de diferentes sistemas mecánicos son muy útiles para la recogida del hidrocarburo en lugares próximos a la costa, canales, bahías o puertos.

Su ventaja es la facilidad de maniobra, el poco calado y lo reducido de su tripulación, la desventaja es su limitada capacidad de almacenaje. Su labor de recogida de hidrocarburos se alterna en la mayoría de las veces con el trabajo rutinario de retirada de las basuras a flote en zonas costeras o portuarias.

Embarcaciones de recogida: Tipos:

Este tipo de embarcaciones de recogida pueden ser de dos tipos, las **adaptadas** y las diseñadas como **embarcaciones de lucha contra la contaminación.**

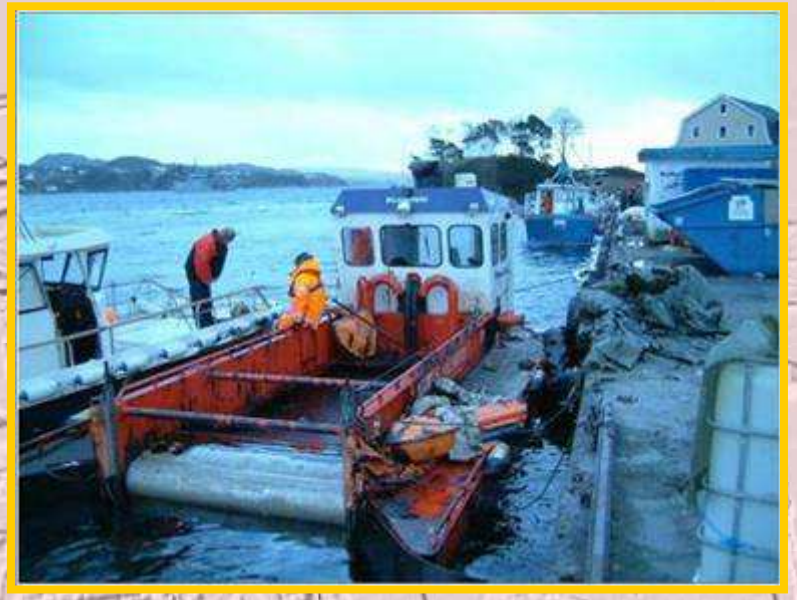
Adaptadas: Son embarcaciones con varias utilidades, en el caso de ser necesario su uso como embarcaciones de recogida de hidrocarburos se les acoplan temporalmente los equipos mecánicos y de almacenaje necesarios para estos trabajos. Suelen ser monocasco y originariamente pesqueros, embarcaciones portuarias o pequeños remolcadores.

Embarcaciones de recogida: Tipos:

Embarcaciones de lucha contra la contaminación: Son embarcaciones diseñadas específicamente para las labores de recogida de basuras e hidrocarburos a flote, en ellas el sistema mecánico (generalmente un skimmer de cepillo, banda o correa oleofílica) ya forma parte permanente de la unidad, también disponen de tanques de almacenaje estructurales, sistemas de bombeo para el vaciado de dichos tanques, posibilidad de la aplicación de dispersantes y bombas contraincendios. Pueden ser monocasco, de tipo catamarán o tipo pelícano en la cual la parte delantera de la embarcación formada por dos cascos puede ser movida hidráulicamente para formar una V.

Embarcaciones de recogida Adaptadas:

Embarcaciones de lucha contra la contaminación:



Equipos de fortuna: Mecánicos y manuales. Criterios de uso:

En algunos casos cuando la magnitud del vertido hace que los medios convencionales de recogida del hidrocarburo a flote no sean suficiente se hace necesario el empleo de medios de fortuna que complementen a los equipos existentes y colaboren en las tares de limpieza y descontaminación. El uso de estos equipos debe seguir unos criterios básicos teniendo en cuenta que estos medios de fortuna no han sido concebido para estas labores:

- La seguridad debe ser el principio básico y rigurosamente seguido. Hay que tener también en cuenta que el personal de estas unidades no tiene entrenamiento en la labores de lucha contra la contaminación.

Equipos de fortuna: Mecánicos y manuales. Criterios de uso:

- Tipo de hidrocarburo, importante por tres motivos: Las condiciones de ignición y por tanto de seguridad. Los condicionantes para la salud de las personas envueltas en las operaciones, posibilidad de sustancias venenosas, irritantes, cancerigenas, etc. Finalmente, las características físicas del hidrocarburo, hidrocarburos ligeros serán muy difíciles de recuperar con medios de fortuna, los hidrocarburos pesados ofrecen la posibilidad de ser recogidos de múltiples formas.

Equipos de fortuna: Mecánicos y manuales. Coordinación de medios:

- La falta de experiencia de las tripulaciones en operaciones de lucha contra la contaminación, recomienda una coordinación continua para intentar recuperar la mayor cantidad de vertido antes de que alcance las áreas sensibles, distribuyendo las labores y las zonas de trabajo teniendo en cuenta las condiciones de cada embarcación y los medios de fortuna de que dispone, capacidad de almacenaje, condiciones meteorológicas, calado, zonas sensibles, etc.

- Concentrar gran numero de estas unidades en pequeños espacios puede ser contraproducente y ralentizar los trabajos.

Equipos de fortuna: Mecánicos y manuales. Coordinación de medios:

- Establecer claramente los puntos de recogida y almacenaje de los residuos en tierra y dar la mayor facilidad posible para que los tiempos empleados en las descargas sean lo mas cortos posibles.
- Si es posible se debe dar un entrenamiento inicial básico haciendo hincapié en las condiciones de seguridad y organización.

Equipos de fortuna: Medios Mecánicos.

Como se ha tratado anteriormente los medios mecánicos dependen en gran manera del tipo de hidrocarburo, los hidrocarburos ligeros son difícilmente recuperables sin sistemas específicos, los hidrocarburos pesados permanecen durante largo tiempo a flote emulsionándose con el agua formando grandes capas de varios cm. de espesor. Es en este tipo de producto donde la recogida mediante grúas dotadas de cabezas con cazo hidráulico, cintas sin fin, grúas o puntales que manejan cestas, cazos, etc., son mas efectivos. Este equipo mecánico esta disponible en muchos pesqueros o embarcaciones portuarias dedicadas a obras publicas, dragas, etc, con la ventaja de disponer de cubiertas amplias y despejadas donde es posible colocar tanque de almacenaje.

Equipos de fortuna: Medios Mecánicos, ejemplos:

Equipos de fortuna: Medios Manuales.

Allí donde las condiciones de cercanía a la costa, falta de calado, falta de espacio de maniobra, no permiten trabajar a otros medios se pueden continuar las labores de limpieza y recuperación de hidrocarburo con la utilización de pequeñas embarcaciones de pesca artesanal, en ellas la recogida se hace de forma manual, mas trabajosa y lenta. Estas embarcaciones de poca eslora tiene como desventaja el poco espacio en cubierta para colocar tanques de almacenaje y el factor añadido de necesitar de unas buenas condiciones meteorológicas. A su favor esta la facilidad de despliegue, la rapidez en llegar a las zonas afectadas y la poca tripulación que necesitan.

Equipos de fortuna: Medios Manuales, ejemplos: