

Curso de Introducción a la Respuesta de Derrames Accidentales de Petróleo y Ejercicios de Aplicación

IAPG-Colección



06A-628.16 D448 1996 0011238

Determinación y cuantificación de
derrames

INSTITUTO ARGENTINO DEL PETRÓLEO
BIBLIOTECA

Nº INVENTA

11238

MATERIA

UBICACIÓN

Est. CONGRESOS

Opciones de Respuesta Parte I. Determinación y Cuantificación de Derrames

*Pref. Mayor (R.E.) Osvaldo A. Amorós
(IAPG)*

*Buenos Aires
26 al 29 de Noviembre de 1996*



OPCIONES DE RESPUESTA.

1. Reducir la emisión de HC en la fuente.
2. Si los recursos marinos o costeros no están amenazados, vigilar el movimiento y comportamiento de la mancha de petróleo.
3. Recuperación de los HC en el mar.
4. En general es preferible la contención y recuperación pero en algunos caso puede ser necesario aplicar dispersantes.
5. Proteger los recursos esenciales.
6. Limpiar la costa.
7. Combinar varias de la opciones seleccionadas.



CONTENCIÓN Y RECUPERACIÓN DE HIDROCARBUROS.

♦ *Contención.*

Cuando se produce un derrame en el mar salvo que el hidrocarburo sea muy viscoso o denso, flota y se extiende sobre la superficie, este proceso denominado *propagación*, es un proceso rápido en el momento de la descarga y disminuye hasta que se detiene prácticamente en el período de uno a diez días, este proceso nos indica que debemos actuar con rapidez, a efectos de contener y recuperar la mayor cantidad posible de hidrocarburos para mitigar la contaminación del medio ambiente marino.

Los hidrocarburos pueden recolectarse cuando están en el mar o al llegar a la costa, siempre será preferible contenerlos y recolectarlos cuanto están en el mar y antes que se propaguen en una vasta zona, porque a medida que se propagan resultará más difícil contenerlos y recuperarlos. Para este tipo de tareas se han diseñado distintos tipos de barreras y recolectores.

Si la decisión es contenerlo para su recuperación o desviarlo para alejarlo de las zonas a proteger, es necesario emplear barreras. De las características del lugar del derrame dependerá el tipo de barrera a emplear.

♦ *Barreras.*

♦ *Características de diseño.*

Las barreras son de diverso tipo, pero en general tienen las siguientes características:

- 1.- *Francobordo*, evita que pase por sobre la barrera.
- 2.- *Faldón o pollera*, es la parte sumergida que impide o reduce el escape por debajo de la barrera.
- 3.- *Flotador*, de aire o material flotante.
- 4.- *Componente de tensión longitudinal*, para soportar los esfuerzos por efectos del viento, corriente y olas.

♦ **Distintos tipos.**

♦ **De Cortina:**

Esta constituida por una pollera, pantalla o malla continua sumergida, sostenida por una cámara de flotación sólida o de aire, por lo general de sección transversal circular.

♦ **De Valla:**

con una sección más plana se mantienen verticalmente en el agua mediante flotación integrada o externa. Por lo general tienen una flotación externa, los flotadores externos en aguas con corrientes de baja velocidad pueden generar turbulencia que den lugar al escape del hidrocarburo. Este tipo de barrera por lo general se utiliza en aguas calmas e interior de puertos.

♦ **Características comunes:** las barreras de *cortina* y de *valla* tiene tienen componentes comunes que consisten en el *lastre* para mantenerlas verticales en el agua, *conectores* y *puntos para remolque y anclaje*

♦ **Rendimiento y limitaciones:** La característica más importante de una barrera es su capacidad de *contención* o *desviación* del hidrocarburo por lo general determinado por su comportamiento en relación con el movimiento del agua, debe ser *flexible* para amoldarse al movimiento de las olas y también lo *suficientemente rígida* para retener la mayor cantidad de hidrocarburo posible.

♦ **Corrientes, viento, olas y turbulencia:** las barreras no pueden contener hidrocarburo en aguas con *corriente* de una velocidad superior a 0,5 m/seg. (1 nudo) si es colocada en ángulo recto. La forma que el hidrocarburo escapa de la barrera por efectos de la *corriente* y las *olas* dependerá del tipo del petróleo y del diseño de la barrera. Los hidrocarburos de baja viscosidad escapan a velocidades menores que los más viscosos. Los más viscosos tienden a acumularse sobre el frente de la barrera y fluyen verticalmente por debajo de la pollera, mientras que los de baja viscosidad son arrastrados también por debajo

de la barrera en pequeñas gotas provenientes de la capa inferior del producto

Las *corrientes fluviales y de marea, el viento y las olas* pueden generar corrientes superiores a las de escape así como salpicado por sobre la barrera. La fuga puede generarse también como consecuencia de *turbulencias* producidas por la barrera, por lo que es deseable un perfil uniforme y sin salientes.

- **Tamaño de la barrera:** esta relacionado con el estado del mar en que será utilizada. Como regla general se debe seleccionar el francobordo mínimo para evitar el salpicado. Mientras que las secciones de menor longitud permiten un mejor manejo, como contrapartida la mayor cantidad de conexiones incrementa el tiempo de armado e interrumpen el perfil de la barrera. El diseño de los *conectores* debe permitir un fácil enganche y desenganche tanto en el tendido como cuando está en el agua.

- **Resistencia, facilidad y rapidez de tendido, confiabilidad peso y costo:** una barrera debe tener suficiente fortaleza, que pueda soportar los esfuerzos para el propósito por el cual fué diseñada, como el manejo de personal inexperto, dado que en un derrame de proporciones no siempre se dispondrá de personal entrenado, es menester que tenga resistencia estructural y durabilidad, para soportar los esfuerzos de corrientes, viento y remolque.

- **Barreras de propósito especial:**

Se han diseñado y se encuentran a la venta barreras para propósitos especiales de gran eficiencia en situaciones determinadas. Las *barreras de costa* impiden que el petróleo sobrepase la línea de marea, mientras que las *barreras a prueba de fuego* soportan elevadas temperaturas que permiten una incineración en el lugar donde se confino el hidrocarburo. Por otra parte también pueden utilizarse en forma efectiva para contener y recuperar hidrocarburos viscosos.

- **Barreras de Costa:**

Están diseñadas para ajustarse fuertemente al fondo luego de la bajamar. Impiden el escape de petróleo en los extremos de playas donde se emplean barreras de contención o derivación. En la práctica se deberá fijar el

extremo que va hacia la playa mientras que el extremo posicionado en el agua se conecta con una barrera convencional. Estas barreras se utilizan en fondos de fango, arena o donde puedan vararse en bajamar, no es de aplicación en una playa rocosa de superficie desigual. La longitud de la barrera utilizada deberá cubrir la franja de playa intermareal. Generalmente consta de tres secciones circulares con dos inferiores que se llenan de agua y la superior con aire. La sección con aire suministra la suficiente flotabilidad como para mantener el francobordo cuando ingresa la marea y la barrera se eleva del fondo. Las secciones con agua impedirán que las olas transporten el petróleo más allá de la barrera que se encuentra en la playa.

- **Barreras incombustibles:**

Varias compañías fabrican en la actualidad barreras de contención para incineración de petróleo en el lugar. Estas barreras realizadas en materiales cerámicos han mejorado significativamente con respecto a las primeras barreras incombustibles que fueron realizadas en acero inoxidable u hormigón y que eran muy difíciles de desplegar y manipular.

Este tipo de barreras pueden adquirirse en:

- 3M Co.
- Kepner Plastic Fabricators, Inc.
- Applied Fabric Technologies, Inc.

- **Barreras de red:**

Las embarcaciones pesqueras han utilizado barreras de red con agujeros de 1 mm. para recuperar hidrocarburos pesados o crudo intemperizado o bolas de "tar". No es de aplicación en hidrocarburos livianos de baja viscosidad dado que fluyen a través de la red. Estas barreras permiten:

- Que una sola embarcación pesquera despliegue y recupere varios miles de metros de barrera sin ayuda.
- Pueden recuperar hidrocarburos en corrientes que excedan 1 nudo.

En mar abierto, este tipo de barreras puede remolcarse en una curva catenaria entre dos buques de la misma forma que una barrera convencional, sin

necesidad de restringir la velocidad a un máximo de 1 nudo. Esto permitirá:

- Mayores índices de recuperación.
- Mejor maniobrabilidad.
- Funcionamiento continuo de las máquinas del buque.

Los fabricantes de este tipo de barreras son:

- Allmaritim, Bergen, Noruega.
- Jackson Trawls, Ltd.

• **Barreras sorbentes:**

Se emplean para la captación de pequeños volúmenes en manchas de poco espesor, generalmente adsorben (el petróleo se adhiere a la superficie del sorbente) aunque existen algunas sobre todo las improvisadas que son hechas con materiales orgánicos que absorben (el petróleo penetra en la estructura fibrosa del sorbente). El manipuleo y la eliminación de este tipo de barreras embebidas de hidrocarburos se torna dificultoso.

• **Barreras y cercos improvisados:**

Cuando se carece de barreras fabricadas para tal fin por la industria, es posible improvisar exitosamente el uso de barreras recurriendo a materiales disponible en la zona, pudiendo ser construidas de madera, caña, tambores de combustible, cubiertas de automotores, y redes de pesca, las barreras sorbentes pueden construirse con alambre tejido relleno de paja, junco u otro producto disponible.

En aguas de poca profundidad, las estacas enterradas en el fondo pueden soportar pantallas o mallas hechas de arpillera, junco, fardos de paja, caña o material similar.

En playas arenosas pueden levantarse taludes de arena contruidos con topadoras para contener el petróleo a lo largo de la costa.

• **Barreras de burbujas:**

Enviando aire con un compresor por un tubo perforado colocado en el fondo, se produce una cortina ascendente de burbujas, estas burbujas crean una contra corriente en la superficie del agua que permite retener el hidrocarburo un una corriente de hasta 0,7 nudos. Las barreras de burbujas se instalan en forma permanente para proteger los puertos o marinas donde las corrientes

son bajas y las barreras flotantes convencionales dificultan la navegación, deben verificarse periódicamente para evitar que los orificios se bloqueen con incrustaciones u organismos marinos.

Este sistema tiene mayor costo dado que debe ser alimentado con compresores de una presión de 15 Kg./cm² y abundante caudal.

- **Barreras Químicas:**

Ciertos elementos químicos inhiben la extensión de los crudos de baja viscosidad ya que se extiende más rápidamente que la película de petróleo y permiten si es rodeada la mancha, que el hidrocarburo se acumule en una zona relativamente pequeña o lo contenga si se aplica a lo largo.



RESPUESTA A DERRAMES DE PETRÓLEO.

PRIORIDADES DE RESPUESTA.

LA RAPIDEZ ES ESENCIAL EN LA RESPUESTA.

- El petróleo se extiende y desplaza rápidamente.
- Los dispersantes químicos son más efectivos cuando el derrame es reciente.
- La evaporación aumenta rápidamente la viscosidad.
- El petróleo puede quemarse más rápido cuando el derrame es reciente.
- Una combustión sostenida requiere un espesor mínimo de 2/3 mm.
- El petróleo es más fácil de manejar en el mar que cuando impactó en la costa.



LONGITUD DE LAS LINEAS: DURACION PROBABLE DE CADA PROCESO
 ANCHURA DE LAS LINEAS: MAGNITUD RELATIVA DEL PROCESO TANTO
 A LO LARGO DEL TIEMPO COMO EN RELACION CON OTROS PROCESOS
 SIMULTANEOS

Figura 3.2 - Duración y magnitud relativa de los procesos que actúan sobre los hidrocarburos derramados

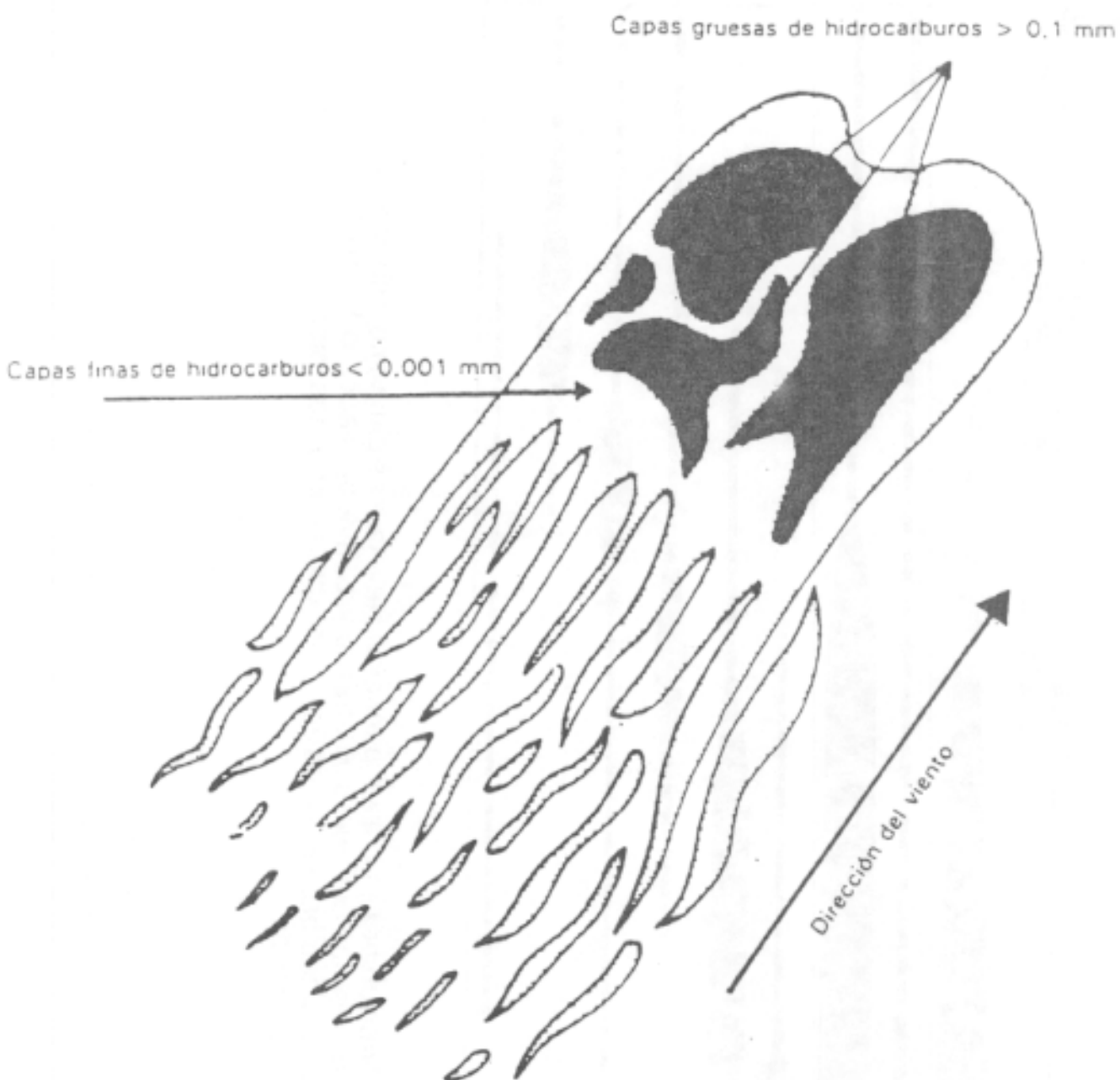


Figura 3.3 – Propagación de los hidrocarburos sobre el agua

RESPUESTA A DERRAMES DE PETRÓLEO.

PRIORIDADES DE LIMPIEZA.

• Los Nueve Pasos de Respuesta a Derrames son:

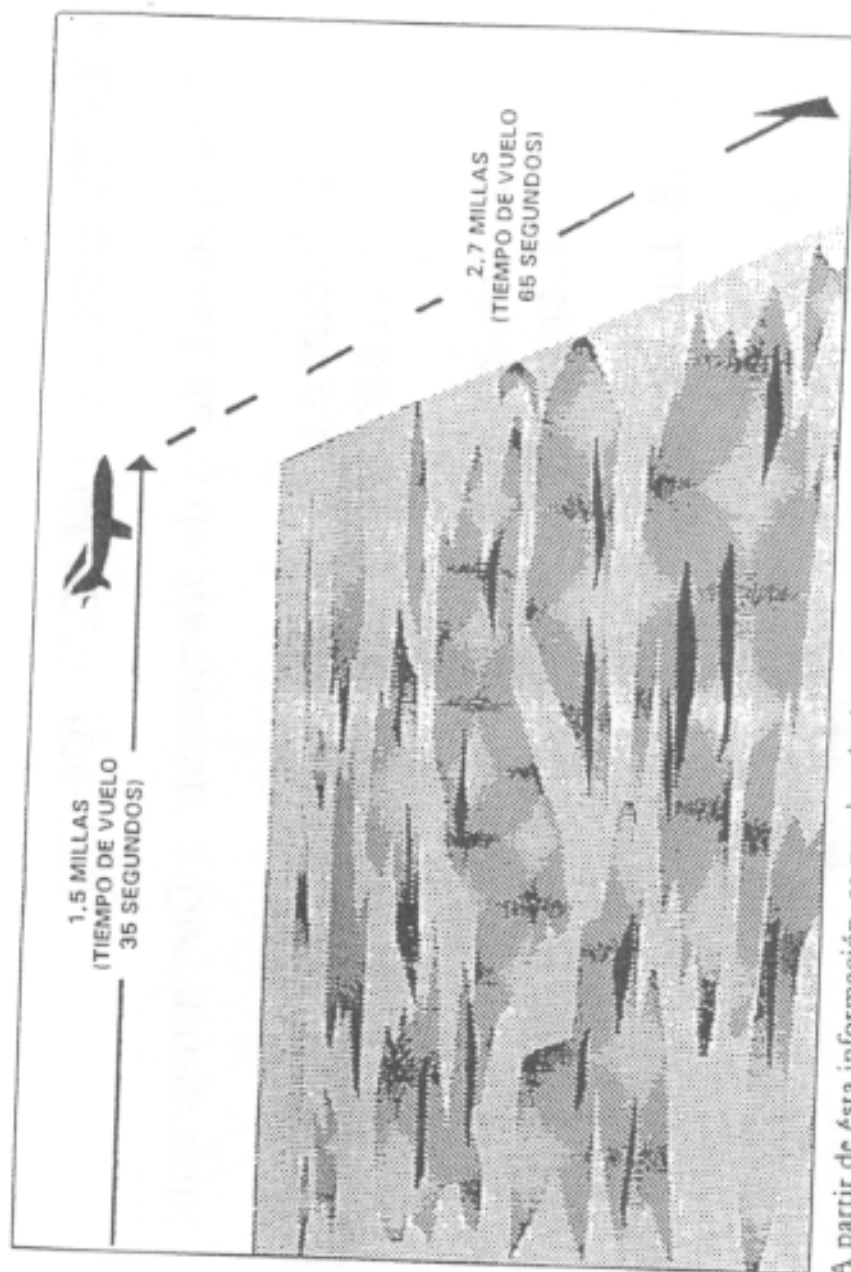
1. Detener la descarga de la fuente.
2. Evaluar la cantidad y tipo de derrame mediante la **observación** y el **ploteo**. Documentar.
3. Seguir los procedimientos definidos en el Plan de Contingencia, con modificaciones si es necesario. Documentar las acciones.
4. Contener y recuperar el petróleo derramado en la fuente.
5. Proteger los recursos amenazados y monitorear el petróleo dentro de los límites de la costa.

Tabla 3: Una Guía para la Relación entre Apariencia, Espesor y Volumen de Hidrocarburo Flotante

Tipo de Hidrocarburo	Apariencia	Espesor Aproximado (mm)	Volumen Aproximado (m^3/km^2)
Brillos	plateado	0,0001	0,1
Brillos	iridiscente	0,0003	0,3
Crudo y combustible	negro/ marrón oscuro	0,1	100
Emulsiones de agua en hidrocarburo ("mousse")	marrón/ anaranjado	>1	>1000

Ejemplo:

Durante un reconocimiento aéreo donde se voló a una velocidad constante de 150 nudos, se observó una "mouse" de petróleo crudo y brillos plateados flotando en un área del mar, la longitud y ancho de los cuales requirieron respectivamente de 65 segundos y 35 segundos de tiempo para sobrevolarlos. El porcentaje de cobertura de los parches de "mouse" dentro del área marina contaminada se estimó en un 10% y la cobertura de brillos en un 90%.



A partir de ésta información, se puede calcular que la longitud de área de mar contaminada que se midió es:

$$\frac{65 \text{ (segundos)} \times 150 \text{ (nudos)}}{3600 \text{ (segundos en una hora)}} = 2,7 \text{ millas náuticas}$$

Igualmente, el ancho del área de mar medida es:

$$\frac{35 \times 150}{3600} = 1,5 \text{ m.n.}$$

RESPUESTA A DERRAMES DE PETRÓLEO.

PRIORIDADES DE LIMPIEZA. (CONT.)

- Los nueve Pasos de Respuesta a Derrames son:
 6. Tratar o contener y recuperar el petróleo costa afuera que ha escapado de la operación de control en la fuente del derrame.
 7. Colectar el petróleo que se ha estancado en la costa en áreas de recolección naturales tales como bahías y ensenadas.
 8. Limpiar las costas hasta donde sea posible y aconsejable.
 9. Disponer los materiales recogidos.
- 2

RESPUESTA A DERRAMES DE PETRÓLEO.

PROCESO DE RESPUESTA A DERRAMES DE PETRÓLEO.

- **Registro de Datos del Derrame (Formulario)**
 - Completar el registro por lo menos una vez por día.
 - Comunicar la información al grupo que trabaja en el modelo matemático del derrame.
 - Si la información no está disponible estimarla.
- **Movimiento de la mancha (deriva).**
 - Se preferirán los modelos computarizados probados a los calculados manualmente.

RESPUESTA A DERRAMES DE PETRÓLEO.

PROCESO DE RESPUESTA A DERRAMES DE PETRÓLEO (Cont.).

- **Movimiento de la mancha (Cont.).**
 - En ausencia de un modelo computarizado el movimiento de la mancha puede predecirse por la resultante de las componente del viento y la corriente.
 - Las corrientes dominan el movimiento de la mancha cuando los vientos son débiles.
 - No aceptar predicciones a ciegas, siempre verificar por medio de reconocimientos aéreos o terrestres.

41

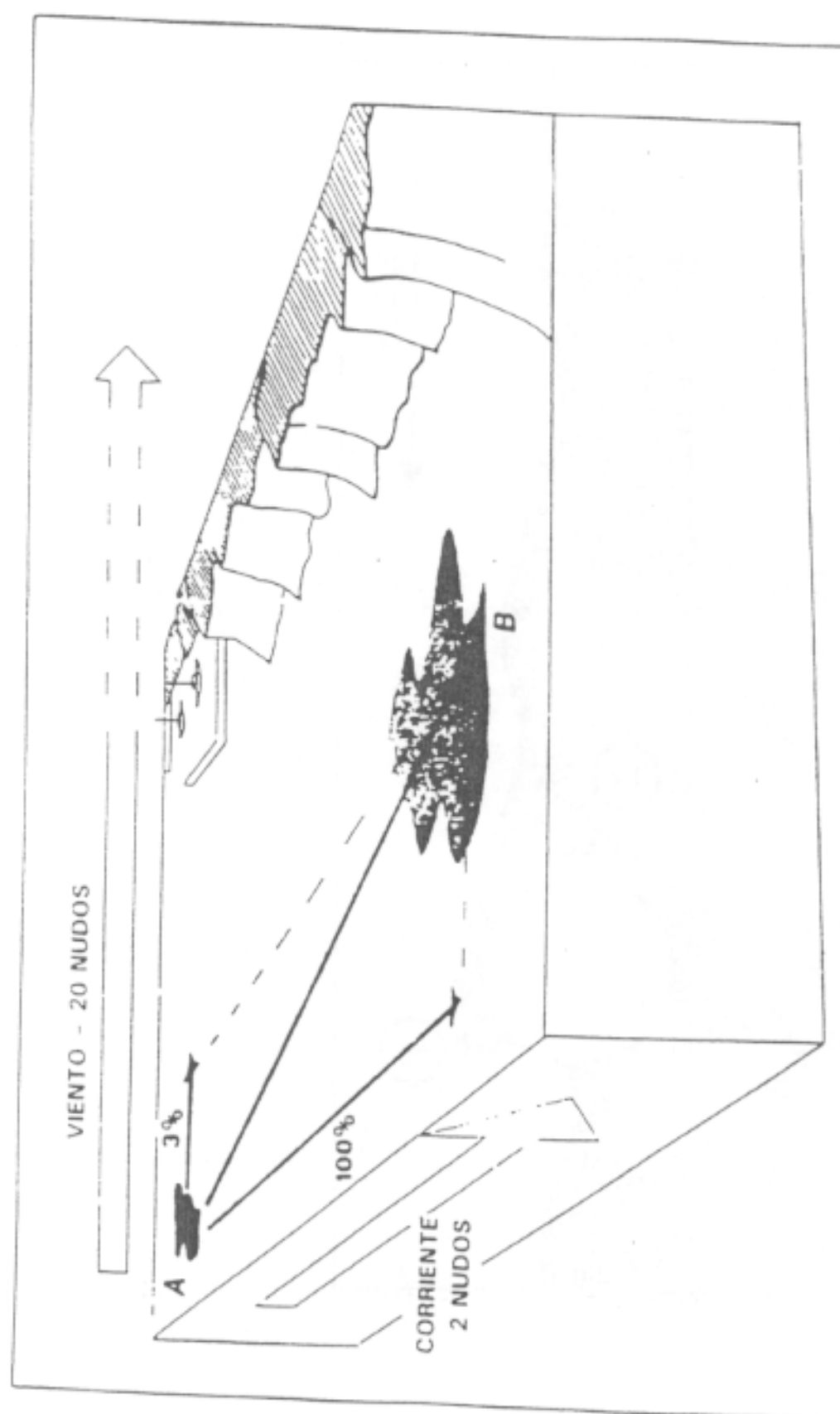


Figura 3.4 - La influencia del 3% de la velocidad del viento combinada con el 100% de la velocidad de la corriente da por resultado el movimiento de la mancha de A a B



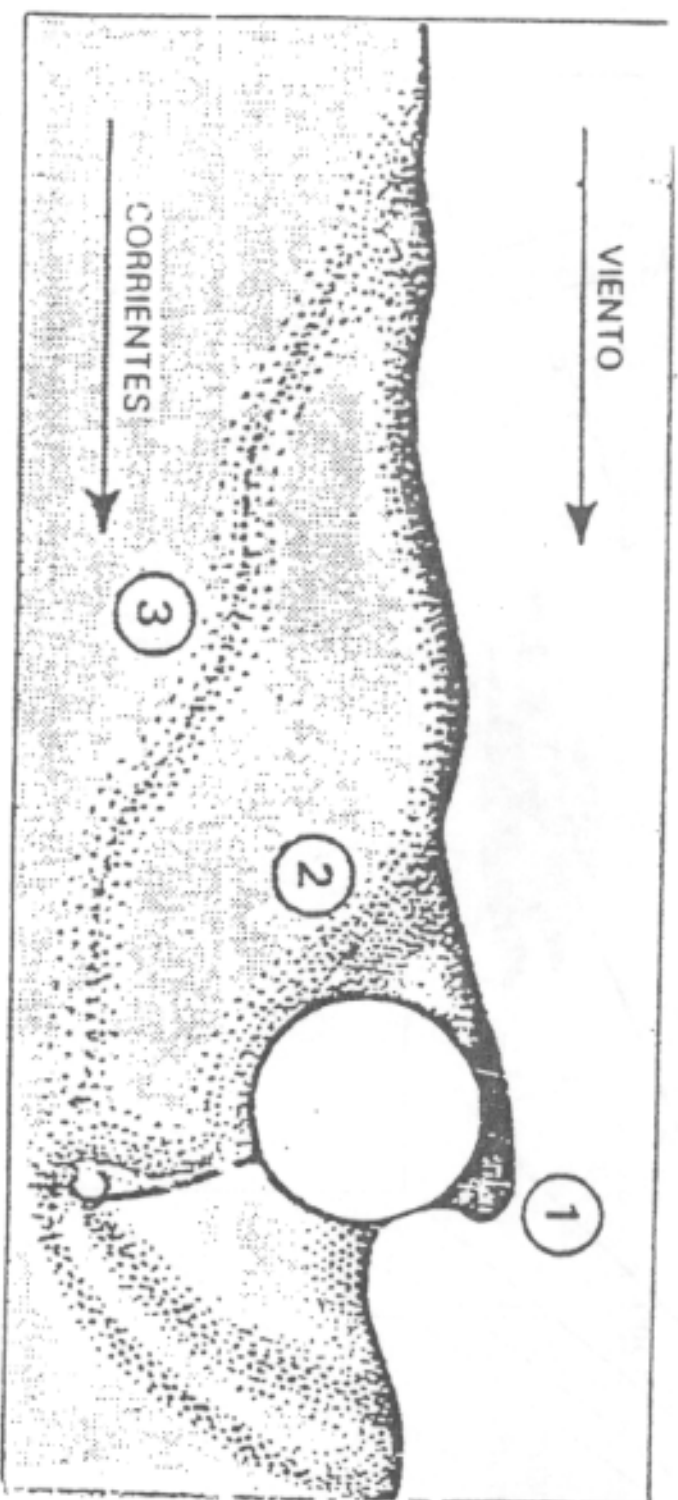


Figura 3:

Escape de hidrocarburo contenido por una barrera

- 1) sobresalpicado por acción de las olas
- 2) flujo por debajo de la cara de la barrera
- 3) pequeñas gotas desprendidas de la parte inferior de la capa de la mancha contenida

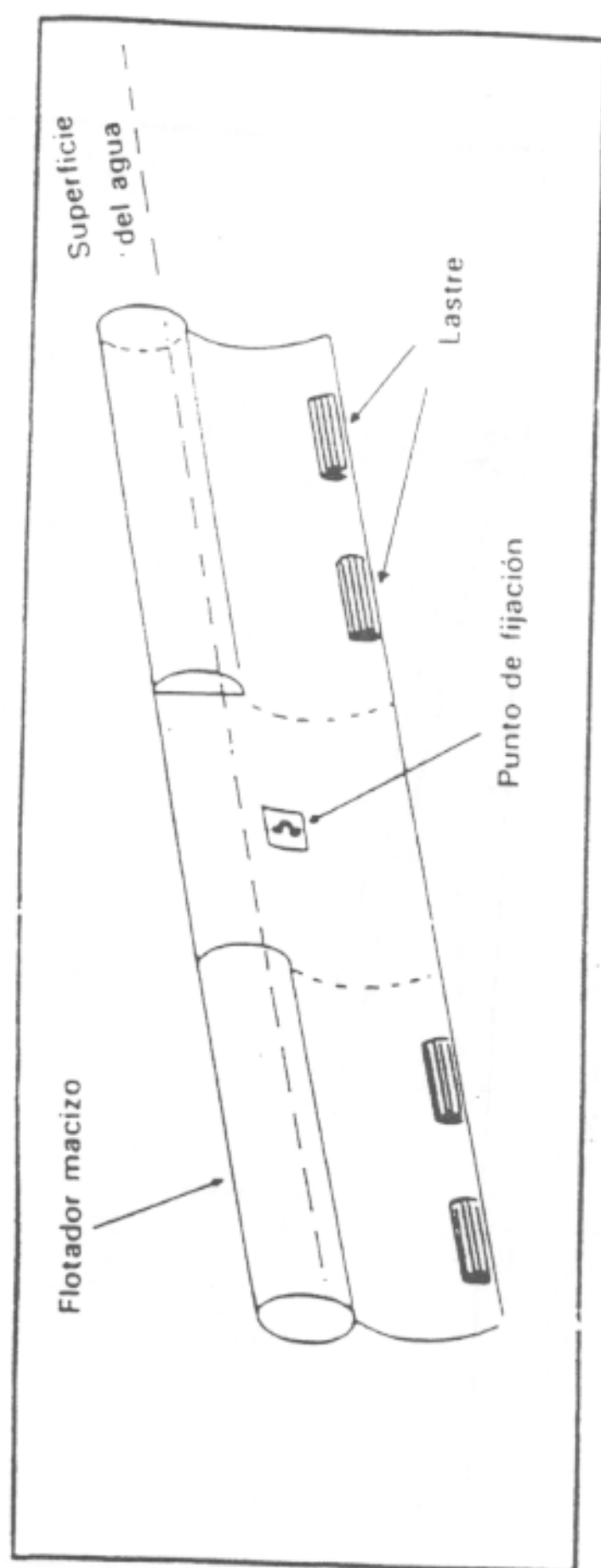


Figura 6.1 – Barrera de flotador macizo

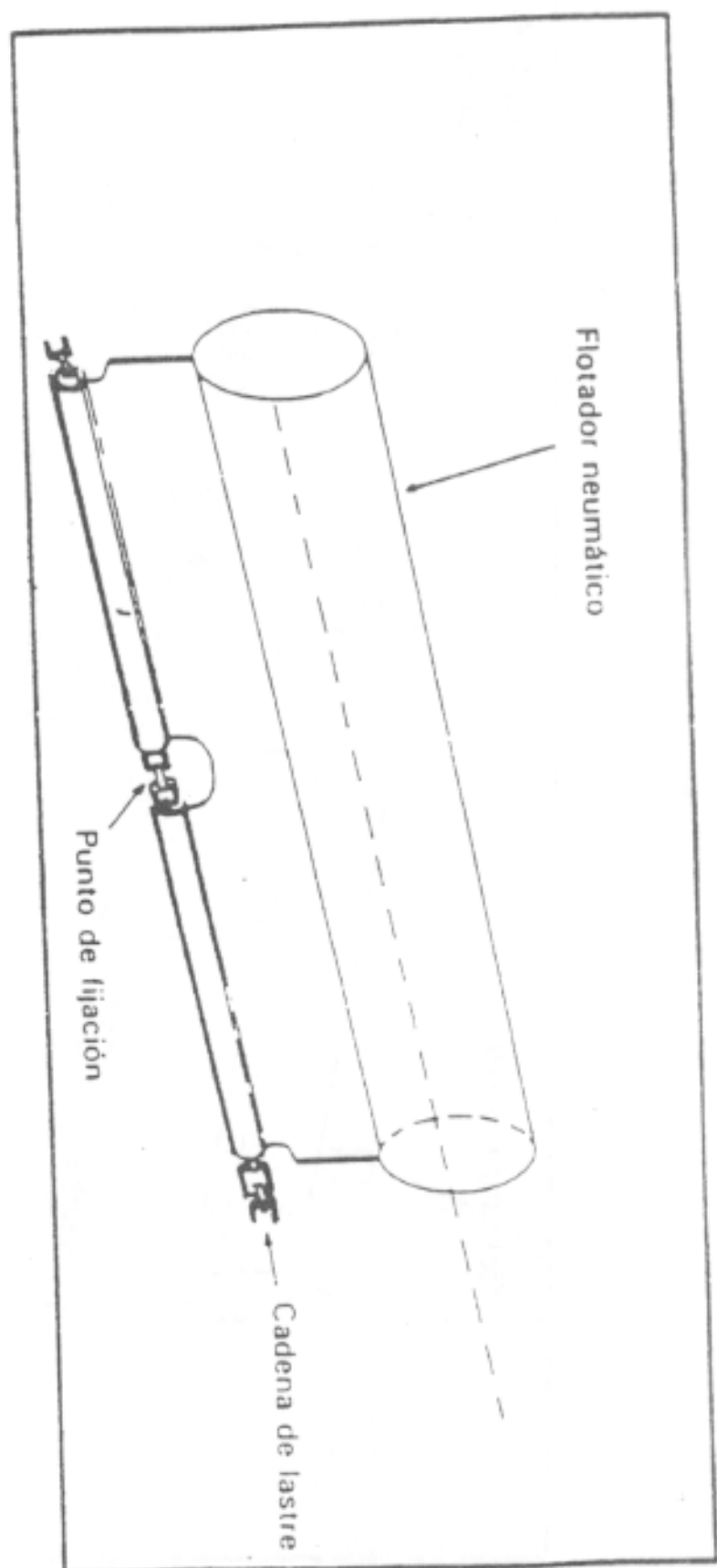


Figura 6.2 - Barrera inflable

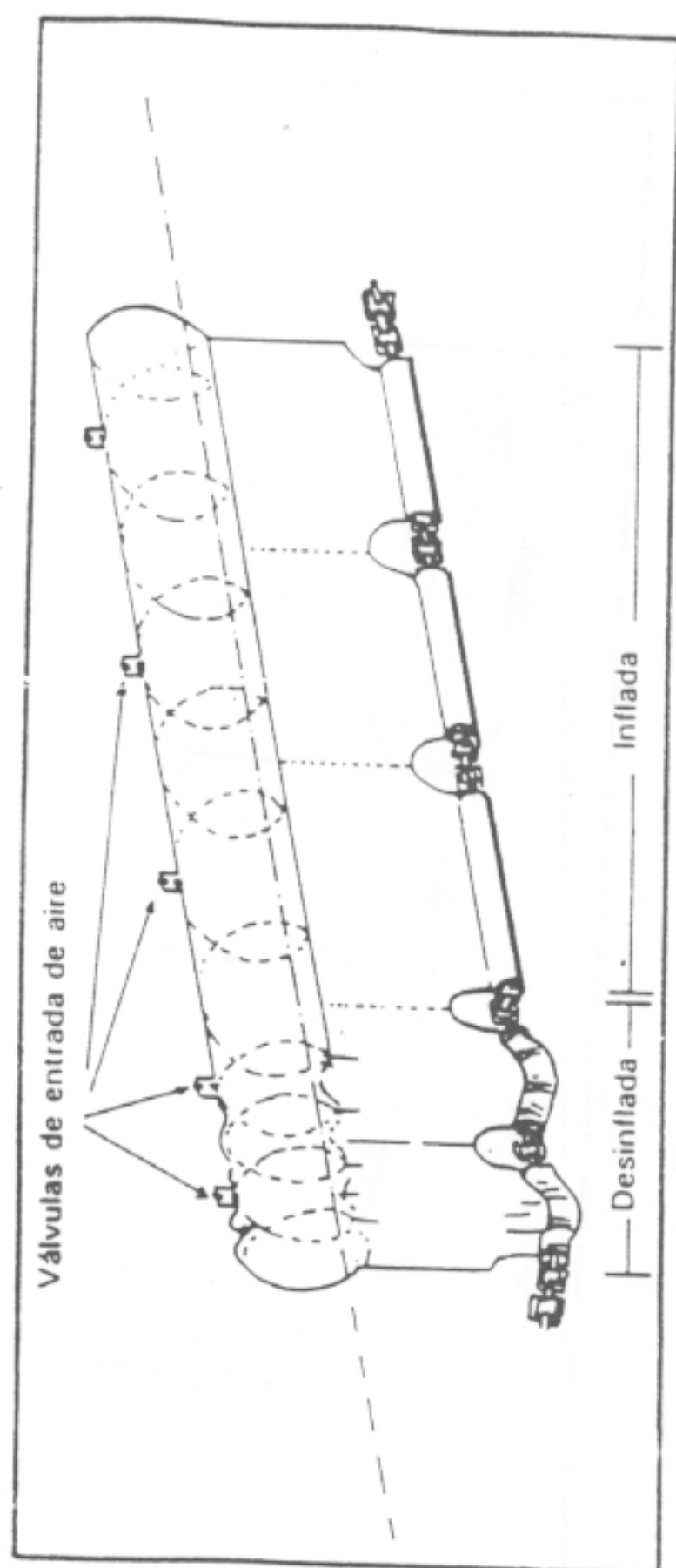


Figura 6.3 - Barrera cutoinflable

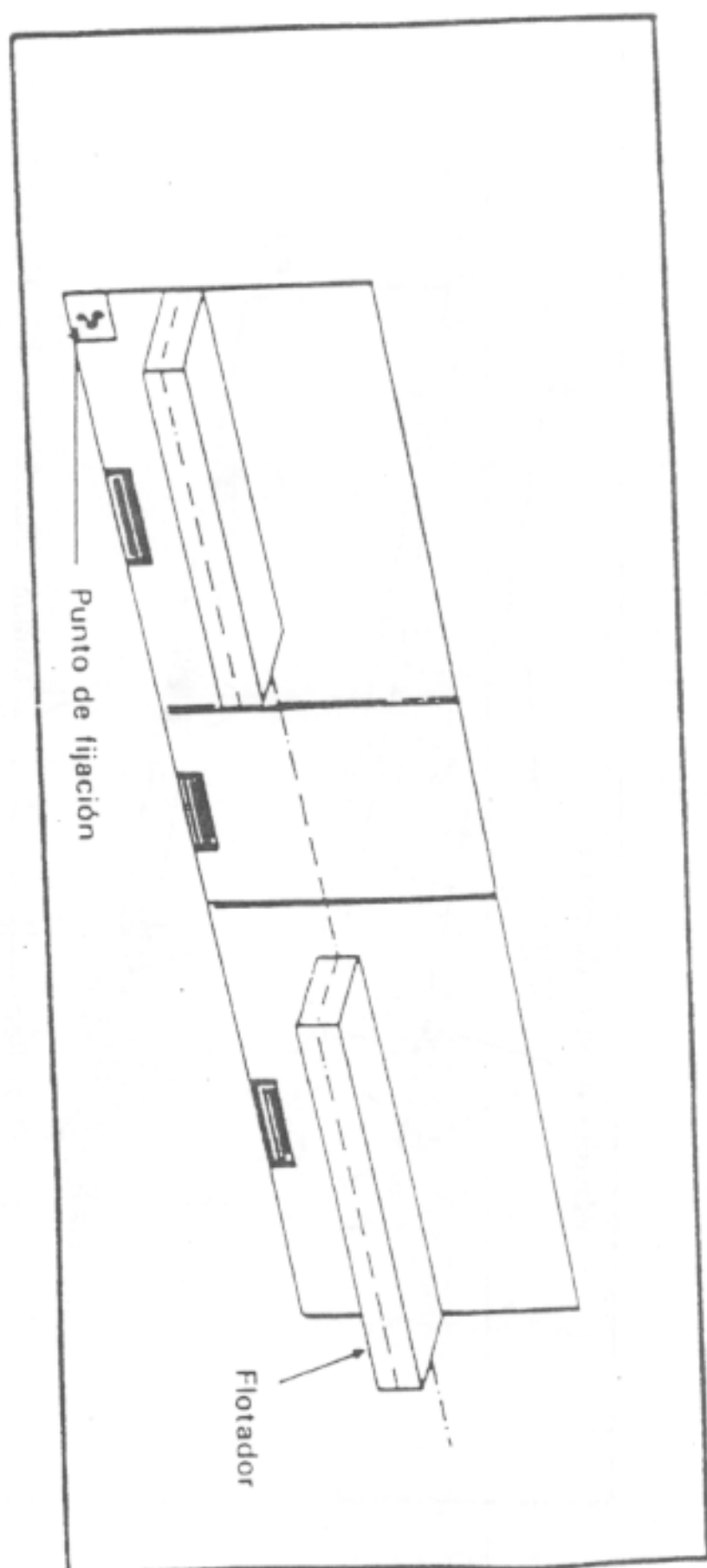


Figura 6.4 - *Barrera de valla*

CONTENCIÓN Y RECUPERACIÓN.

SELECCIÓN DE BARRERAS FLOTANTES

- **Decidir método:** Barrido - Contención -Desvío - Protección.
- **Decidir** si las áreas costeras seleccionadas como prioritarias serán protegidas con barreras remolcadas o fondeadas.
- **Utilizar las matrices de selección.**
 - Determinar las **condiciones ambientales** más probables.
 - Seleccionar las barreras **clasificadas con 1 ó 2.**
 - Identificar las **características de comportamiento** con un grado aceptable (1 ó 2)
 - Identificar las **características de conveniencia** más deseables, una vez completados los pasos anteriores

CONTENCIÓN Y RECUPERACIÓN.

UTILIZACIÓN DE BARRERAS.

- Calcular la cantidad necesaria de barrera.
- Determinar los materiales para fondeo: Ancclas, cabos cadenas, cables, boyarines y grilletes.
- Controlar posición de los extremos de las barreras
- Verificar que los conectores sean compatibles.
- Las barreras deben solicitarse con conectores que cumplen con la especificación F962 de la norma ASTM.
- Controlar constantemente el funcionamiento de las barreras.
- (ASTM: American Society for Testing Materials).

CONTENCIÓN Y RECUPERACIÓN.

MANIOBRAS CON BARRERAS.

- La utilización de brida de remolque (pie de gallo), evitará deterioros al distribuir el esfuerzo de la línea de remolque al conector.
- Para disminuir la tensión utilizar la línea de remolque con adecuada longitud para 450 m. de barrera una línea de 60 m.
- En aguas abiertas para impedir la dispersión del petróleo se remolcan barreras de 450/600 ms. en configuración "J" o "U".
- La configuración en "U" requiere una cantidad impar de secciones
- Los remolinos detrás de la barrera indican que se está remolcando a demasiada velocidad.
- Las configuraciones mencionadas requieren tripulaciones entrenadas y adecuadas comunicaciones.

CONTENCIÓN Y RECUPERACIÓN.

MANIOBRAS CON BARRERAS.

- Emplear aeronaves o helicópteros para controlar las operaciones en el mar.
- Los cambios de vientos, corrientes y mareas, producirán cambios en la configuración de las barreras, debiéndose verificar y reajustar frecuentemente los puntos de anclaje.
- Los HC y residuos contenidos deben ser removidos rápidamente, de lo contrario se verá reducido el rendimiento de la barrera.
- Informar a Prefectura (CONTRASE), la posición de las barreras fondeadas, para que emita el correspondiente aviso a los navegantes.

CONTENCIÓN Y RECUPERACIÓN.

MANIOBRAS CON BARRERAS (CONT.).

- Las barreras son muy visibles de día por sus colores, y de noche deben estar señalizadas con luces, para evitar daños.
- Antes de posicionar las barreras verificar profundidad, tipo de fondo velocidad y dirección del viento y la corriente.
- No es recomendable la colocación de barreras cerca del punto de origen del derrame por los riesgos de incendio.
- En interior de puerto debe evitarse que los buques naveguen próximos a las barreras porque los anclajes no soportan la fuerza de succión.
- En general se obtiene un mejor rendimiento de las barreras desviando el HC hacia aguas calmas que tratando de contenerlo.

CONTENCIÓN Y RECUPERACIÓN.

FUERZAS EJERCIDAS SOBRE LAS BARRERAS.

- $\text{Fuerza Total} = F_c + F_v.$
- *Fuerza de la Corriente (F_c).*

$$F_c = 26 \times A_s \times V_c^2$$

F_c = Fuerza ejercida por la corriente, sobre la pollera. o faldón.

A_s = Área sumergida de la barrera.

V_c = Velocidad de la corriente en nudos.

CONTENCIÓN Y RECUPERACIÓN.

FUERZAS EJERCIDAS SOBRE LAS BARRERAS.

- Fuerza Total = $F_C + F_v$.

- *Fuerza del Viento (F_v)*.

$$F_v = 26 \times A_f \times (V_v / 40)^2$$

F_v = Fuerza ejercida por el viento sobre el francobordo.

A_f = Área del francobordo.

V_v = Velocidad del viento en nudos.

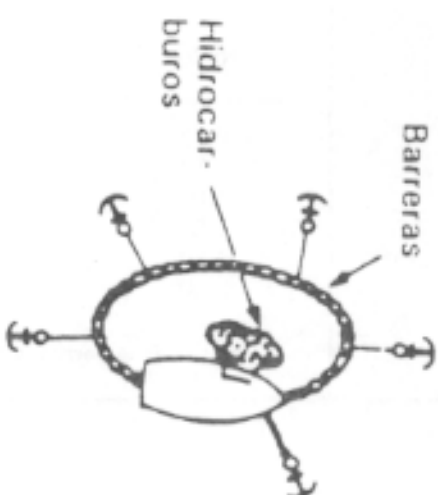
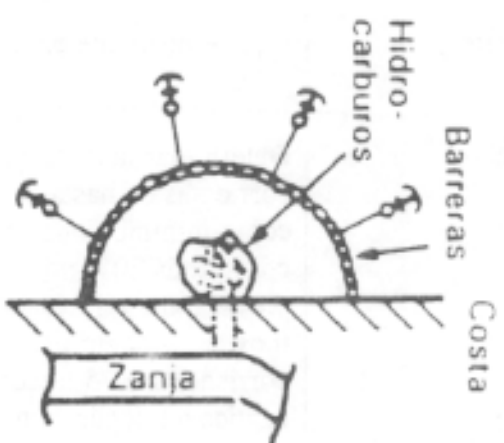
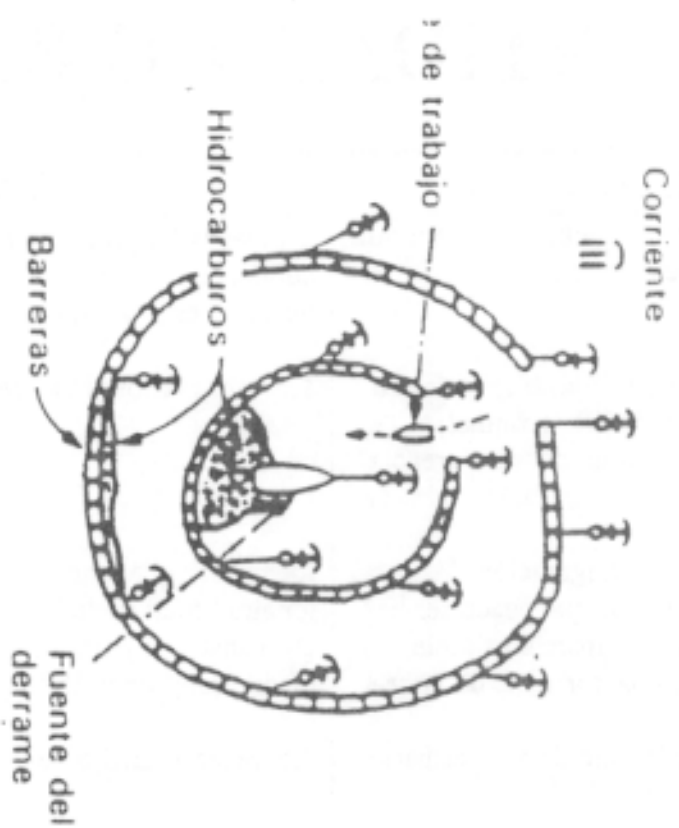


Corriente Nudos	Velocidad m/s	Angulo de la barrera
0,7	0,35	90°
1,0	0,5	45°
1,5	0,75	28°
2,0	1,0	20°
2,5	1,25	16°
3,0	1,5	13°

Peso del ancla (kg)	Capacidad de sujeción (kg de fuerza)		
	Cieno	Arena	Arcilla
15	200	250	300
25	350	400	500
35	600	700	700

CANTIDAD DE BARRERAS

APLICACIÓN	CANTIDAD																					
1. Encerrar un buque, cañería u otra fuente de derrame.	3 veces la longitud del buque, de la cañería o de la fuente del derrame (normalmente para las operaciones de la terminal es una cantidad mínima.																					
2. Contener pérdidas originadas en operaciones de la terminal; contener el área de transferencia de cargamento en carga/descarga.	1,5 veces la longitud del buque																					
3. Mantener configuración V, U o J en corrientes, que puede ser una corriente de dirección simple estable o una corriente de marea.	Identificar el ancho requerido para contener el petróleo. La longitud total de la barrera deberá ser de 3 veces el ancho. Diimensiones para cumplir con los requerimientos de maniobrabilidad: 150 m a 500 m o más.																					
4. Proteger la entrada a un estuario, arroyo, río, etc.	3,5 veces el ancho de la masa de agua.																					
5. Proteger bahías, puertos, pantanos.	(1,5 + corriente en nudos) x ancho de la masa de agua.																					
6. Barrera de deflexión.	Determinar la distancia del petróleo desde la costa. Para corrientes de hasta 0,75 nudos, la longitud de la barrera como mínimo debe ser igual a la distancia del petróleo a la costa, más 20% por solapamiento y sellado en el borde la playa. Para velocidades superiores, usar el ángulo y cantidad mostrados abajo para reducir la velocidad aparente de la corriente a 0,75 nudos en la barrera (incrementar las cantidades según la necesidad, en base a la experiencia).																					
	<table><tr><th>Nudos</th><th>Ángulo Entre la Barrera y la Costa</th><th>No. de Veces de la Distancia desde la Costa al Petróleo</th></tr><tr><td>0,75</td><td>90°</td><td>1,20</td></tr><tr><td>0,87</td><td>60°</td><td>1,35</td></tr><tr><td>1,00</td><td>49°</td><td>1,54</td></tr><tr><td>1,25</td><td>37°</td><td>1,86</td></tr><tr><td>1,50</td><td>30°</td><td>2,20</td></tr><tr><td>2,00</td><td>22°</td><td>2,86</td></tr></table>	Nudos	Ángulo Entre la Barrera y la Costa	No. de Veces de la Distancia desde la Costa al Petróleo	0,75	90°	1,20	0,87	60°	1,35	1,00	49°	1,54	1,25	37°	1,86	1,50	30°	2,20	2,00	22°	2,86
Nudos	Ángulo Entre la Barrera y la Costa	No. de Veces de la Distancia desde la Costa al Petróleo																				
0,75	90°	1,20																				
0,87	60°	1,35																				
1,00	49°	1,54																				
1,25	37°	1,86																				
1,50	30°	2,20																				
2,00	22°	2,86																				
	Nota: Si la corriente es rápida, puede necesitarse barrera doble.																					



Figuras 6.11a, 6.11b, 6.11c - Cerco

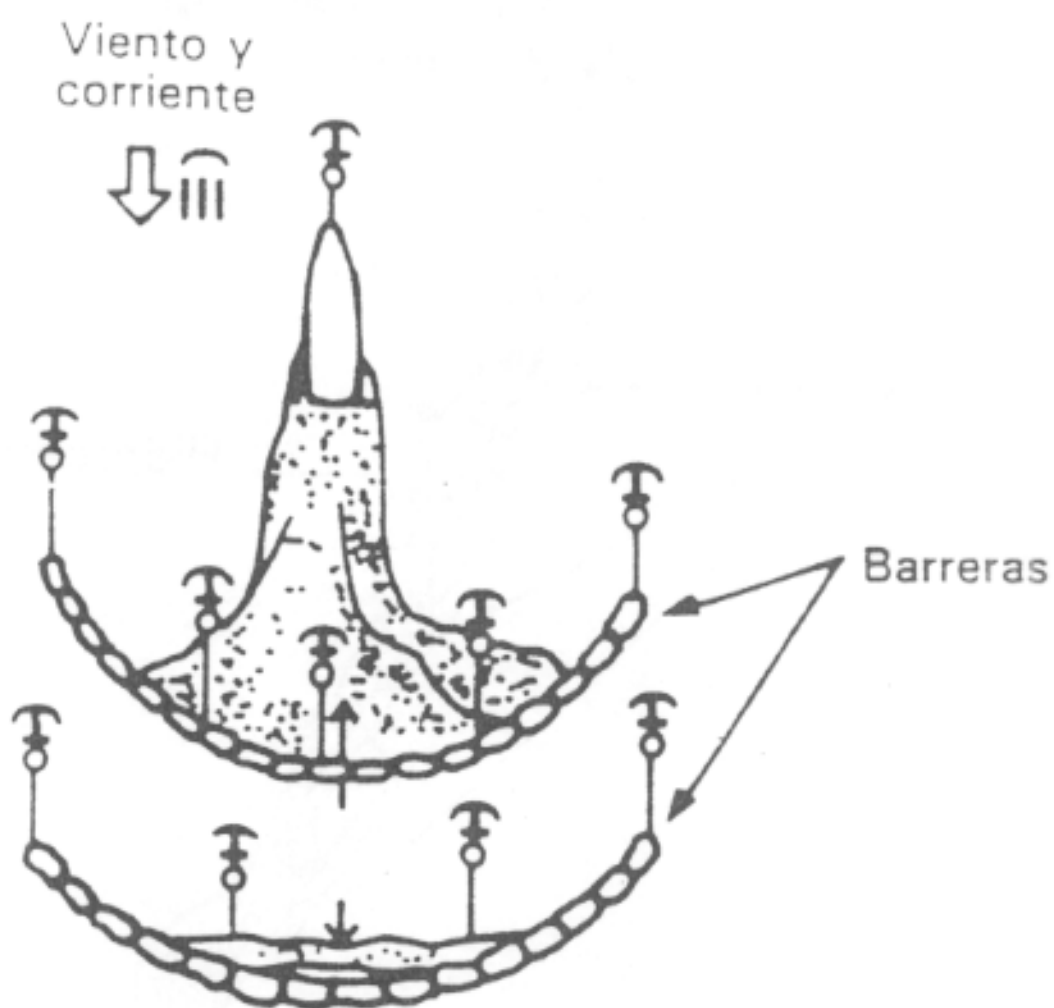


Figura 6.12 - *Intercepción*

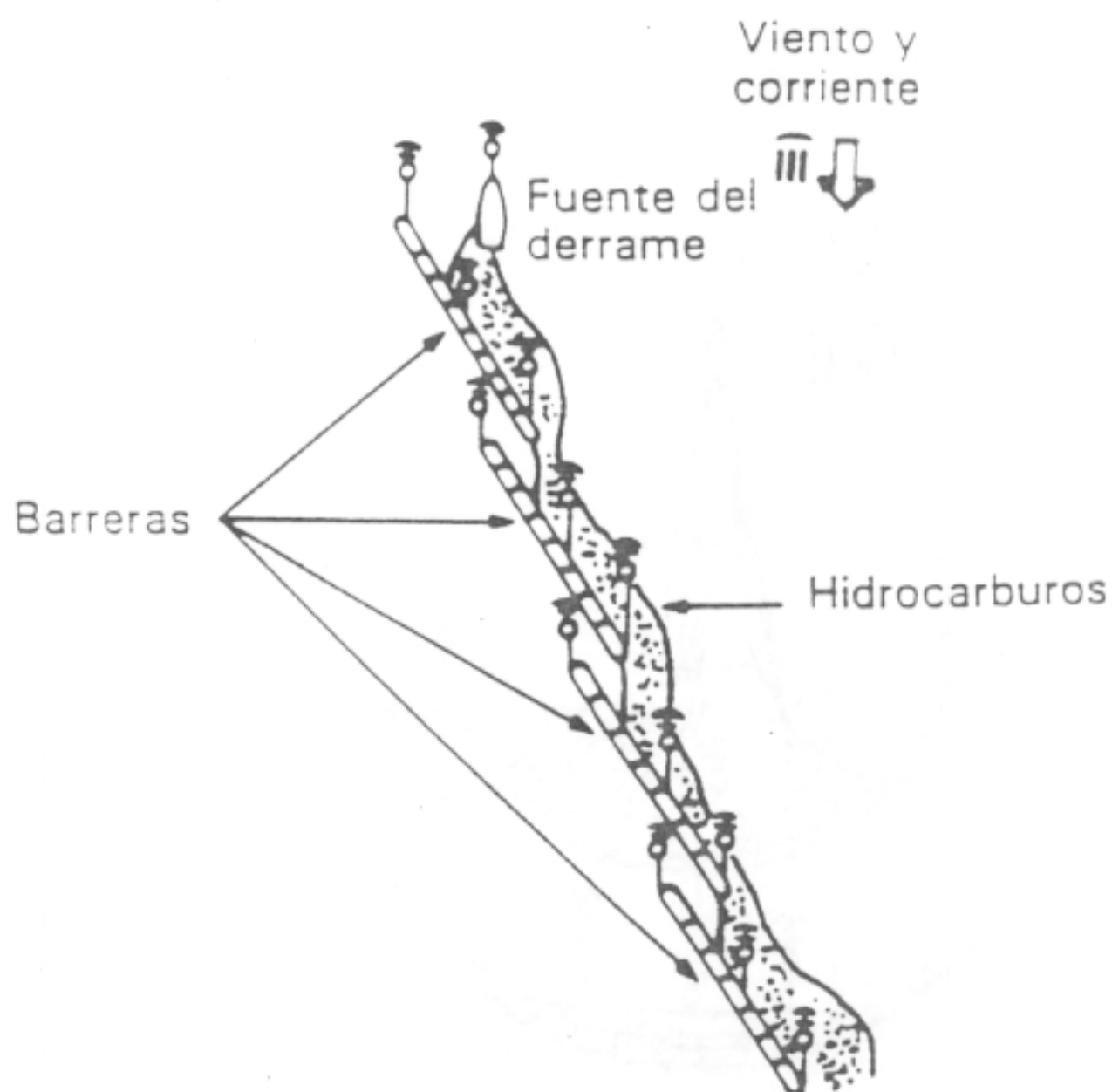


Figura 6.14 – *Desviación*

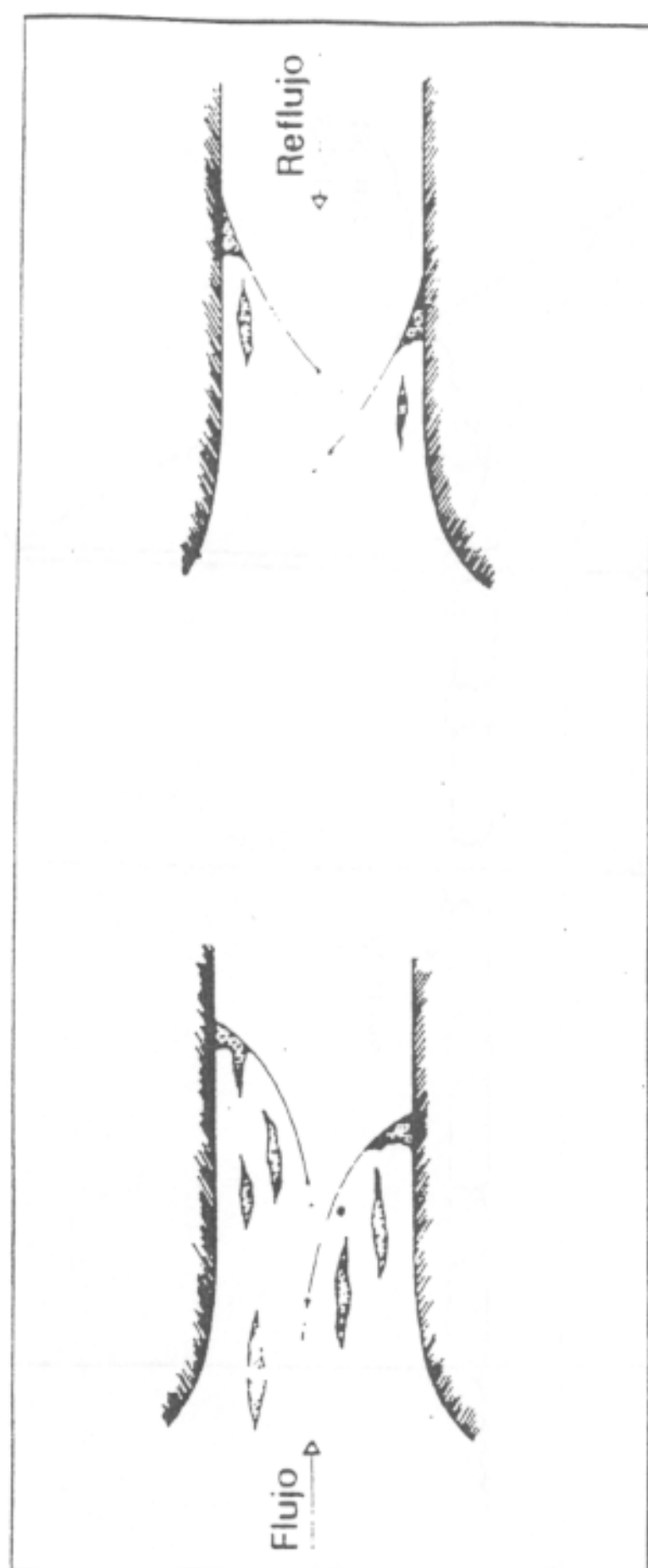


Figura 6.13 - Configuración imbricada de barreras a través de un canal

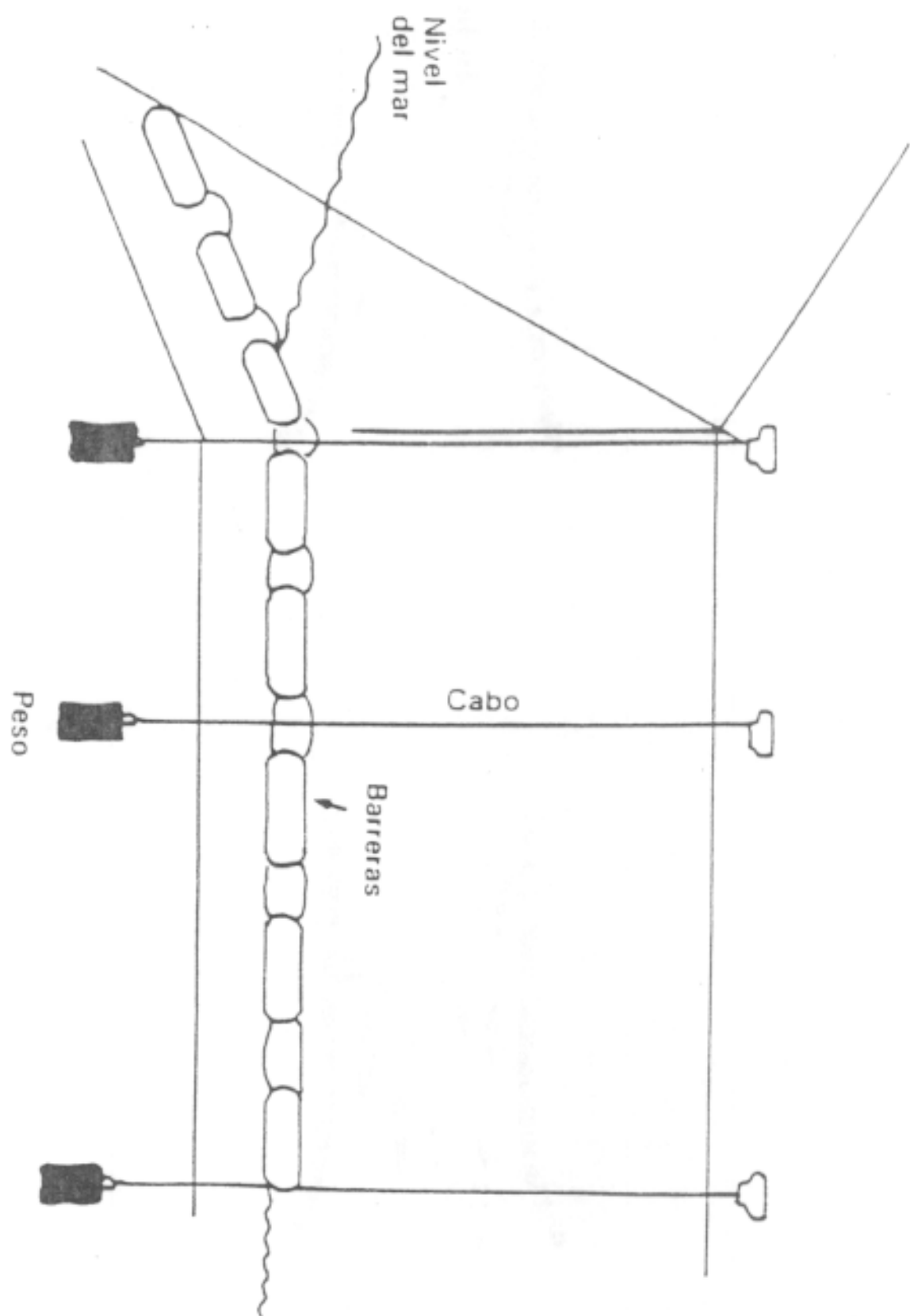
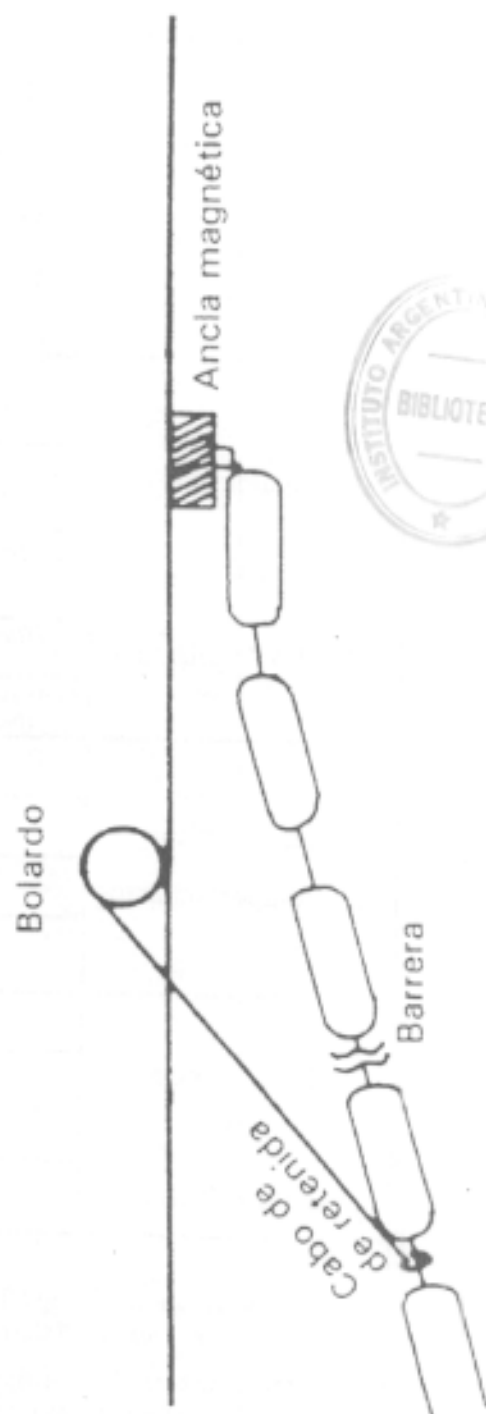
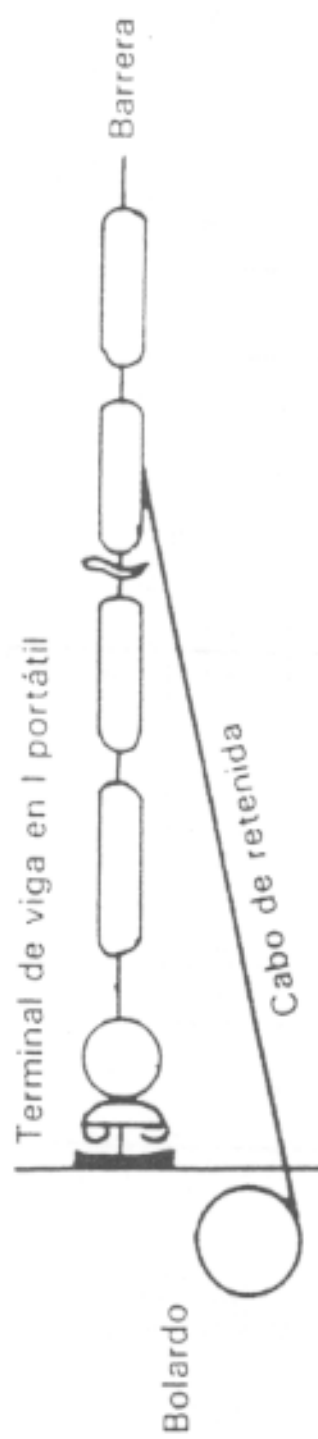


Figura 6.77 Cables Inclinados



MATRIZ PARA SELECCIÓN DE BARRERAS

LEGENDA		TIPO DE BARRERA						
		F L O T A C I Ó N	E S O M A I A	I N T O L A B L E	A N F L A B L E	M P R E S B R Ó N	T E N S I R Ó N	D E F E N S A
1 - Buena								
2 - Regular								
3 - Deficiente								
Condiciones del Medio Ambiente	Costa afuera Ao > 3 pies V < 1 kt	2	2	1	1	3		
	Puerto Ao < 3 pies V < 1 kt	1	1	1	2	2		
	Aguas Calmas AO < 1 pie V < 5 kt	1	1	1	2	1		
	Corrientes Fuertes V > 1 kt	2*	3	2	1	3		
	Aguas Poco Profundas (Profund. < 1 pie)	1	2	2	3	3		
Características del Comportamiento	Operación con desechos	1	3	2	3	2		
	Exceso de flotabilidad	2	1	1	2	3		
	Respuesta del Oleaje	2	2	1	1	3		
	Fuerza	2	3	1	1	1		
Conveniencia de las Características	Fácil de manipular	1	3	2	3	2		
	Fácil de limpiar	2	1	1	2	3		
	Compatibilidad	2	2	1	1	3		
	Fuerza	2	3	1	1	1		
Notas: • Ao = Altura de Ola Significativa • V = Velocidad de la Corriente de Superficie No todas las barreras de un tipo genérico particular tienen la clasificación mostrada en la matriz. No obstante, por lo menos una o más barreras de las que se comercializan del tipo genérico en cuestión tienen la clasificación mostrada. * Se consiguen modelos especialmente diseñados para corrientes rápidas (barrera de río)								

RECUPERACIÓN O RECOLECCIÓN.

La rápida recuperación del petróleo confinado es vital para evitar su escape y la contaminación de otras áreas. La recuperación puede realizarse con recolectores, bombas, sorbentes, técnicas manuales y equipo mecánico no especializado, tales como camiones de succión (atmosféricos).

Los dispositivos de recuperación de hidrocarburos de la superficie del mar, varían considerablemente en su tamaño y diseño; en general se los puede clasificar en cuatro categorías básicas:

1. Dispositivos de aspiración.
2. Dispositivos con material oleofílico.
3. Dispositivos de inducción.
4. Dispositivos basados en otros principios.

♦ Dispositivos de aspiración.

Estos equipos de recuperación constan de una cabeza de admisión, una bomba y un tanque de almacenamiento, funcionan conduciendo los hidrocarburos al tanque.

La bomba recolecta el petróleo mediante un sistema de succión de aire, mientras que la cabeza de admisión debe estar flotando en la interface agua/hidrocarburo, para recolectar la menor cantidad posible de agua. En la práctica la capa de hidrocarburo tiene un espesor variable, mientras que la inercia y las olas al anegar la cabeza, le hacen perder rendimiento por el elevado porcentaje de agua que se succiona. Se necesitan tanques de considerable capacidad para recibir y separar el agua que puede alcanzar al 90% del producto recolectado.

♦ Dispositivos oleofílicos.

Estos dispositivos emplean materiales oleofílicos en forma de disco, cinta, tambor, cuerda o cepillo a los que se adhieren los hidrocarburos.

Alcanzan una tasa de recuperación de hidrocarburo mayor en relación al agua, en general son de aplicación para hidrocarburos de viscosidad media y no son efectivos cuando hay oleaje fuerte, o en zonas de corriente.

No es recomendable su uso en hidrocarburos muy viscosos, o emulsificados.

1. Sistema de discos.

Los discos están dispuestos verticalmente sobre un eje horizontal giratorio que puede ser recto o circular. La mitad inferior de cada disco se sumerge en los hidrocarburos y cuando el disco gira, estos se adhieren a su superficie y son extraídos del agua. Luego son limpiados con rascadores en cada disco, que orientan el producto hacia canales colectores que los vierten a un depósito.

Existe gran variedad de tamaño algunos son portátiles y otros deben ser arriados al mar con las plumas de los buques.

Necesitan un generador de energía por lo común es un equipo hidráulico para hacer girar los discos y bombear los hidrocarburos recuperados de su depósito al tanque de almacenamiento.

2. Sistema de tambor.

En este sistema se emplea un cilindro de gran diámetro que gira alrededor de un eje horizontal. El tambor o cilindro está parcialmente sumergido y los hidrocarburos que se adhieren a la superficie se separan mediante un rascador y se vierten a un depósito.

3. Sistema de correa.

En este sistema se emplea material oleófilico colocado sobre una correa o cinta sinfin que se sumerge en la capa del hidrocarburo y lo extrae. La correa o cinta pasa entre dos rodillos que escurren los hidrocarburos adheridos y los vierten en un depósito. Con una bomba los hidrocarburos recuperados se trasvasan de su propio depósito al tanque de almacenamiento en tierra o en el buque.

4. Sistema de cuerda oleófilica.

Una o varias sogas de material oleófilico sintético pasa continuamente por la superficie del agua entre un dispositivo colector, que acciona las cuerdas y unas poleas sujetas por amarras. Las cuerdas absorben los hidrocarburos y los transportan al dispositivo colector donde unos rodillos exprimen las cuerdas para separar los hidrocarburos que se recogen en un

L1

depósito. En tiempo frío puede inyectarse vapor en el dispositivo colector para facilitar la recuperación de los hidrocarburos viscosos. La longitud de la cuerda puede ajustarse según la zona que vaya a limpiarse. Los sistemas de cuerda no son afectados por detritos flotantes y pueden utilizarse en agua de poca profundidad.

Este dispositivo puede montarse en la costa o en un buque. También existen diseños que pueden suspenderse de una grúa o pluma y cuelgan verticalmente entre el dispositivo colector y la superficie del agua, se los conoce con el nombre de *cola de zorro*.

5. *Sistema de cepillos.*

Los cepillos de material oleófilo de gran diámetro que gira alrededor de un eje horizontal. El tambor o cilindro está parcialmente sumergido y los hidrocarburos que se adhieren a la superficie se separan mediante un rascador y se vierten a un depósito.

♦ **Dispositivos de inducción.**

Los sistemas de inducción suelen instalarse en embarcaciones con o sin medios de propulsión. La embarcación atraviesa la mancha de hidrocarburos de modo que éstos penetren en una zona de almacenamiento situada abordo, donde se reducen los efectos de olas y corriente, permitiendo que los hidrocarburos se separen mejor del agua. Existe gran variedad de sistemas de inducción, basados en diferentes técnicas de recolección y separación.

1. *Sistema de compuertas múltiples.*

Se hace pasar la mezcla de hidrocarburos y agua a través de un tanque provisto de una serie de compuertas a una profundidad fija por debajo de la superficie del agua. La turbulencia se evita regulando la entrada de mezcla. Los hidrocarburos flotantes en la superficie del tanque rebosan a un depósito.

2. *Sistema de plano inclinado.*

El sistema de plano inclinado consiste en una correa que, en algunos casos, gira en dirección opuesta al movimiento de avance de la embarcación para reducir la velocidad entre la correa o cinta y el agua. A medida que avanza la embarcación por el agua, las capas superficiales de hidrocarburos son empujadas a lo largo del plano inclinado en cuyo extremo se vierten en un depósito mientras que el agua exenta de hidrocarburos se expulsa.

3. *Sistema hidrociclónico.*

Este sistema se basa en el concepto de la fuerza centrífuga. A medida que avanza la embarcación, las capas de hidrocarburos y agua son obligadas a entrar tangencialmente en una cámara donde giran a gran velocidad. La fuerza centrífuga separa los hidrocarburos del agua, que se desplazan hacia el centro del torbellino donde son recogidos por el sistema de bombeo. El agua escapa por el orificio situado en el fondo de la cámara. La estabilidad de la cámara se ve en alguna medida afectada por las olas.

♦ **Dispositivos basado en otros principios.**

Existen otros métodos de recuperación tales como: bombas de tornillo sinfín, recolectores de molinete, redes, camiones cisterna, cucharones mecánicos y recuperación manual.

1. *Bombas de tornillo sinfín.*

Estos sistemas, diseñados principalmente para recuperar hidrocarburos viscosos, se basan en el principio del tornillo de Arquímedes.

Toleran sin inconvenientes los detritos.

2. *Recolectores de molinete.*

Estos sistemas utilizan un remolino producido por un molinete para impulsar los hidrocarburos y el agua por encima de una compuerta hasta una cámara de separación de la que se extraen los hidrocarburos separados mientras que el agua se expulsa.

3. *Redes.*

Las redes son útiles como dispositivos para recuperar sorbentes impregnados de hidrocarburos, de emulsiones semisólidas o de algas y otras materias sólidas impregnadas de hidrocarburos. En la actualidad se dispone de redes especialmente construidas para ese uso, que suelen ser desplegadas por dos buques de trabajo. Su tamaño de malla debe ser pequeño de modo que puedan utilizarse para recoger hidrocarburos o detritos. En algunos casos se usa una red en forma de bolsa, que puede recuperarse y sustituirse.

Es importante que las redes no se remolquen muy rápido porque el material confinado se escaparía de la red.

4. *Camiones cisterna.*

Los camiones cisterna utilizados comúnmente para la recolección de residuos industriales, agrícolas o urbanos, pueden ser empleados con buenos resultados en un derrame de hidrocarburos. Se pueden recuperar hidrocarburos muy viscosos o emulsificados, en aguas protegidas (interior de puertos), playas o canales.

Para las capas finas de hidrocarburos se necesitará una cabeza de admisión especial, que flote en la interface agua/hidrocarburo.

La separación primaria de los hidrocarburos y el agua puede realizarse en el tanque, drenando periódicamente el agua depositada en el fondo.

5. *Cucharones mecánicos.*

Los cucharones mecánicos o de quijadas accionadas desde la costa o montados en una embarcación pueden ser dispositivos eficaces y fáciles de manejar para la recuperación de hidrocarburos muy viscosos. Las dragas de cucharón tienen depósitos que pueden servir tanto para transportar como para almacenar los hidrocarburos recuperados.

6. *Recuperación manual.*

Los cucharones, redes comunes o redes improvisadas, baldes y demás artefactos pueden adaptarse para limpiar un derrame de hidrocarburos, o detritos impregnados.

La recuperación manual requiere considerable empleo de mano de obra.

En este tipo de operaciones deberá tenerse especialmente en cuenta las medidas de seguridad, equipando al personal con ropa de protección personal adecuada.

CONTENCIÓN Y RECUPERACIÓN.

COLECTORES CLASIFICACIÓN.

Se pueden agrupar en cinco categorías

• **De superficie oleofílica:**

- Cintas - Discos - Cabos - Cepillos - Instalados en buques o combinados con una barrera.

• **Vertederos:**

- Simples - Autonivelados - Con vórtice - Tornillo - Avance (en buques) y Vertedero-Barrera.

• **Unidades de vacío:**

- Portátiles o Montadas en buques o camiones.

• **Dispositivos hidrodinámicos:**

- Hidrociclónicos - De inyección de agua.

• **Otros métodos:**

- Redes de arrastre y cintas de paleta.



CONTENCIÓN Y RECUPERACIÓN.

- **USO DE COLECTORES.**

- **Equipos de succión:**

- Tienden a recoger grandes volúmenes de agua con el HC.
- Constan de una cabeza de admisión que debe flotar en la interface agua petróleo, en la práctica no es posible por el movimiento de las olas y la inercia que alternativamente sumerge la cabeza por debajo de la capa del HC.
- Límite operacional con mar 1.
- No se recomienda su uso: con olas y detritos y con HC de alta viscosidad o emulsificados.
- De buen rendimiento en interior de puerto y con HC fluidos.

CONTENCIÓN Y RECUPERACIÓN.

USO DE COLECTORES.

- ♦ **Equipos de adhesión:** alcanzan una mayor recuperación de HC en relación al agua.
- ♦ Su mejor rendimiento se logra con HC de mediana viscosidad entre 100 y 2000 centistokes.
- ♦ Disminuye considerablemente su rendimiento con HC de baja viscosidad.
- ♦ También se han diseñado equipos para HC de alta viscosidad con discos dentados o correas de cadena.
- ♦ **Olas y marejada:** Los colectores están diseñados de modo que el elemento recuperador de HC este colocado en la interface agua/HC, la marejada por si sola no impide su funcionamiento, pero ninguno es efectivo con fuerte oleaje.
- ♦ **Corrientes:** También se ven afectados adversamente por las corrientes

CONTENCIÓN Y RECUPERACIÓN.

- **USO DE COLECTORES.**
- **SELECCIÓN Y RENDIMIENTO.**
- **Criterio de evaluación**
 - Área de operaciones: Mar abierto - Puertos - Bahías (cerca de la costa en zonas protegidas) - Grandes corrientes - Con poca profundidad - Con desechos. (incluye hielos).
 - Viscosidad del HC: Viscosidad Alta - Media - Baja- Considerar también la temperatura ambiente y sus variaciones durante el día.
 - Características del Colector: Relación de recuperación % de HC- Capacidad de colección - Facilidad de despliegue: peso, tamaño, manejo y mantenimiento.
- **Rendimiento:** La fase del bombeo en el proceso de recolección generalmente determina el rendimiento de un equipo, debido a que las bombas pierden eficiencia a medida que aumenta la viscosidad del HC.

CONTENCIÓN Y RECUPERACIÓN.

- USO DE COLECTORES.

- SELECCIÓN Y RENDIMIENTO (CONT.).

- **Rendimiento:** Algunas bombas a tornillo tienen una tolerancia muy alta a la viscosidad hasta constituirse en el factor limitante los manguerotes en estos casos debe inducirse agua que funciona como transportador.

- Los **manguerotes:** deben tener adosados flotadores para evitar que interfieran con la flotabilidad y rendimiento del recolector.

Deben tener sistemas de acople rápidos y sencillos para evitar demoras y las dificultades de manejo cuando están manchados de HC.

Debe tenerse adaptadores para manguerotes de distinta medida y de distintos conectores.

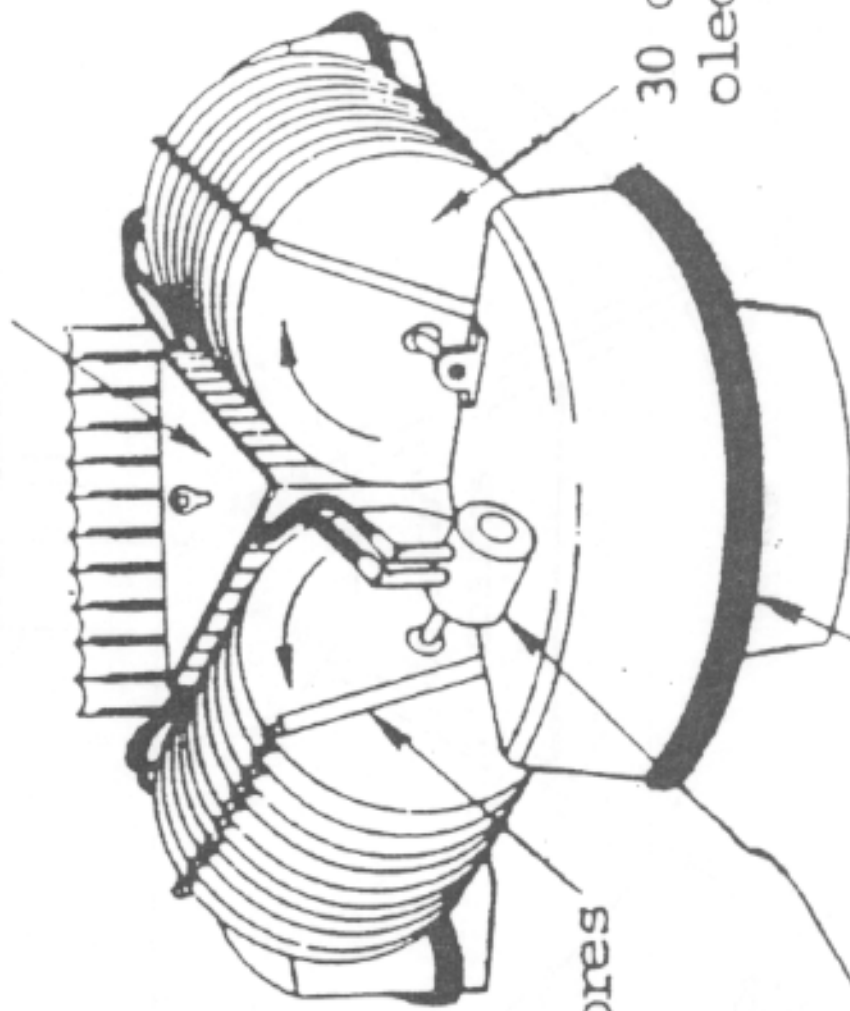
CONTENCIÓN Y RECUPERACIÓN.

- **USO DE COLECTORES.**

- **SELECCIÓN Y RENDIMIENTO (CONT.).**

- Los **desperdicios** dificultan el rendimiento en algunos equipos.
- Las instalaciones para el **almacenamiento**, pueden limitar el rendimiento de los recolectores por falta de depósitos, en particular los equipos que recogen un alto porcentaje de agua.
- Los **rendimientos de diseño** deben tomarse como elemento de comparación, porque han sido probados en condiciones ideales que generalmente no se dan en las tareas de respuesta.
- **Controlar** constantemente el rendimiento de los recolectores para asegurar su óptima eficiencia.
- Conocer las **limitaciones** de los equipos para asignarlos al lugar de mayor rendimiento.

Bomba de descarga

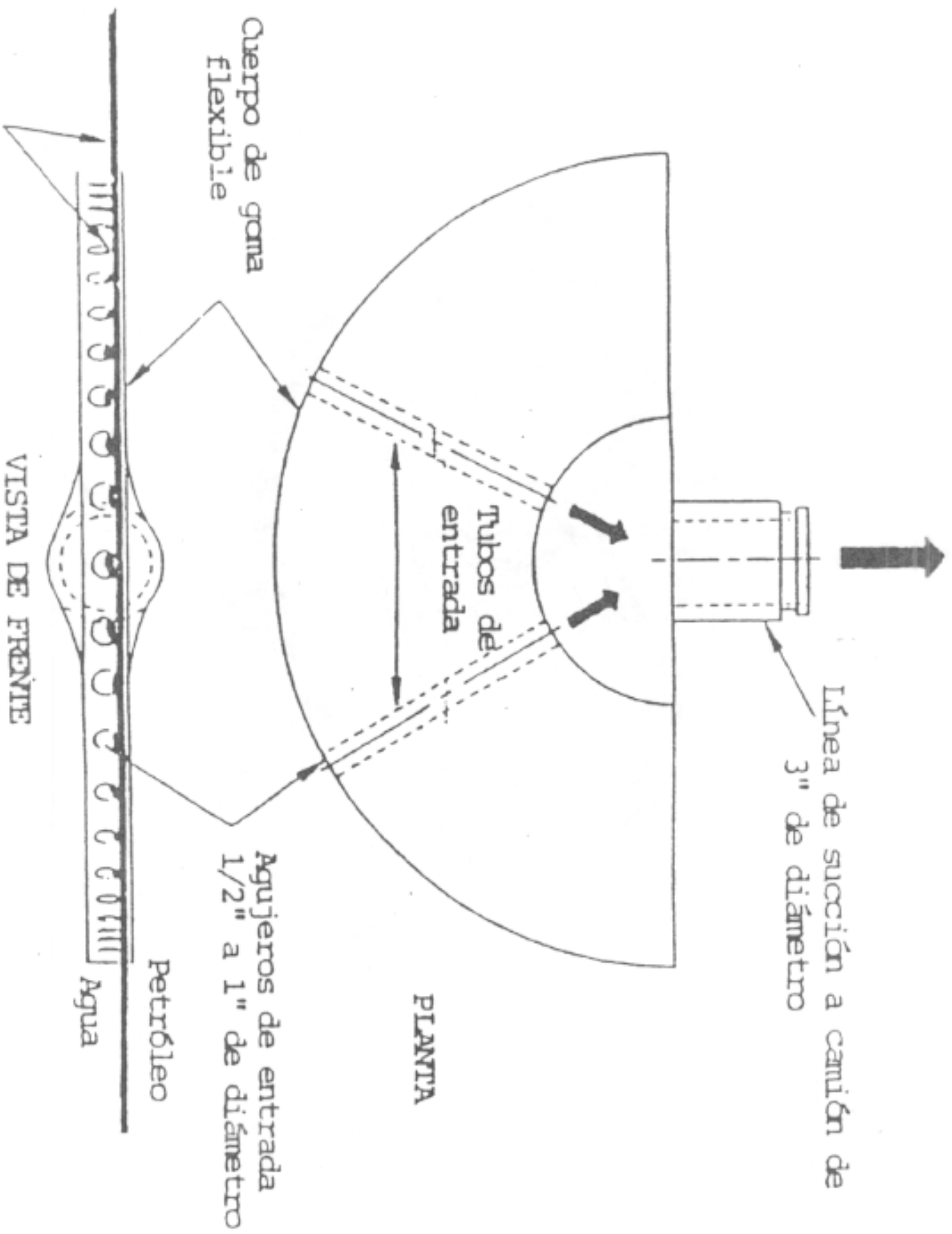


Discos rascadores

30 discos
oleofílicos

3 motores hidráulicos

3 flotadores



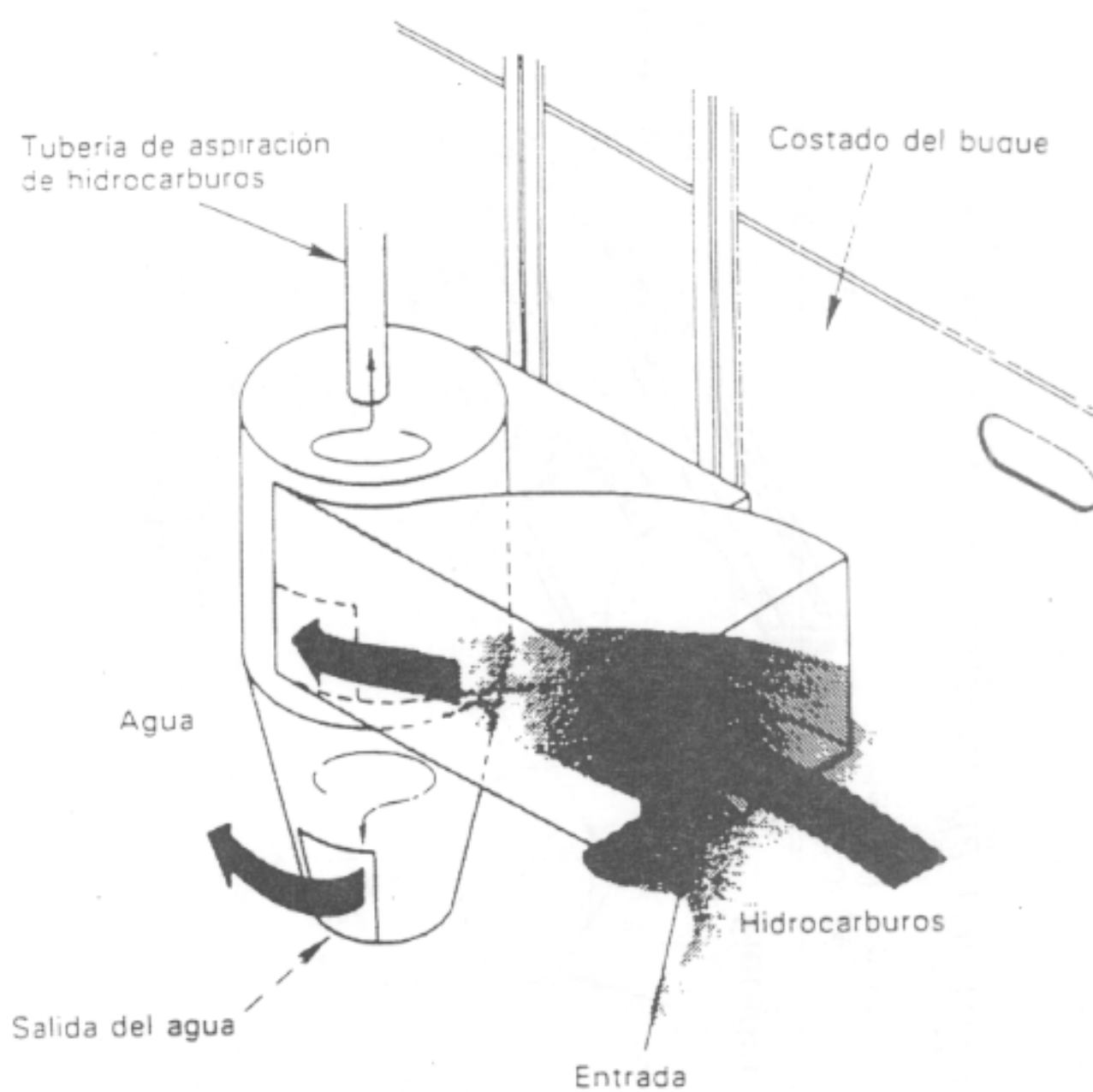


Figura 6.34 - Cámara hidrociclónica

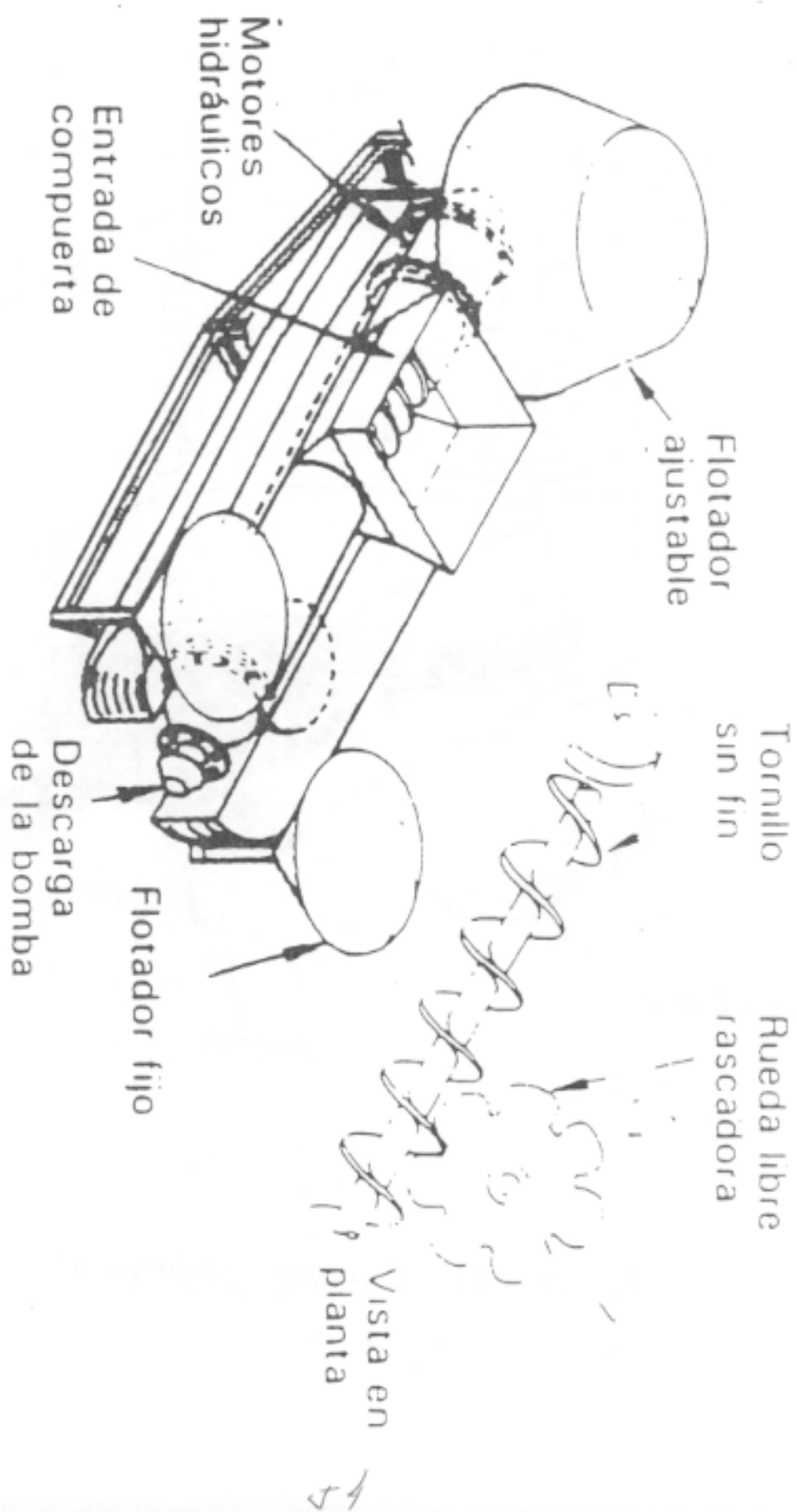


Figura 6.35 - Bomba de tornillo sin fin

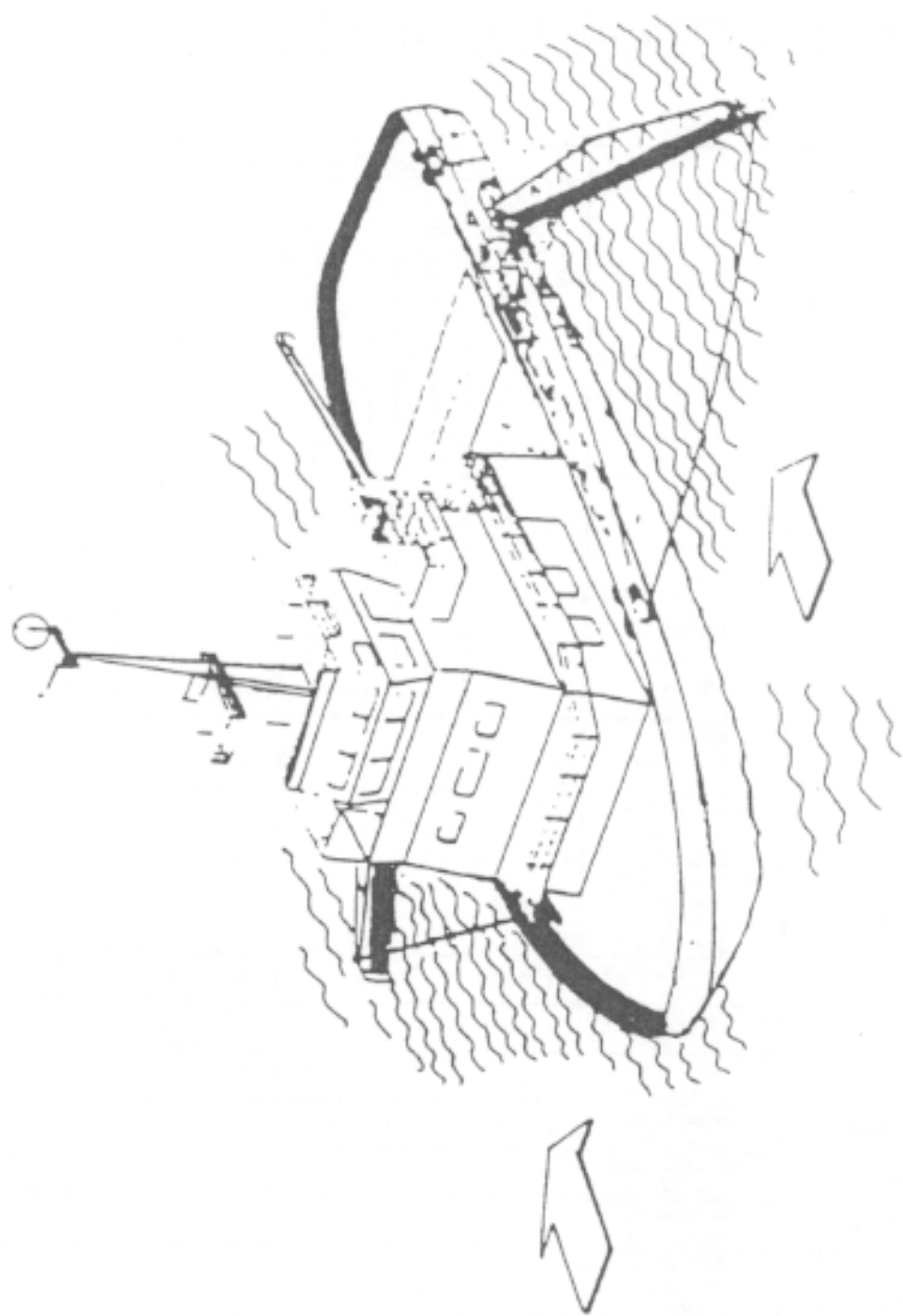


Figura 6.41 - Sistema de barrido con un solo buque

MATRIZ PARA LA SELECCIÓN DE COLECTOR DE SUPERFICIE

				Tipo Genérico de Colector de Superficie																
				Superficie Oleofílica						Vertedero						Unid. de Vacío		Dispositivos Hidrodinámicos		
				C E F I L L O	D I B C U	S D G A	S O C A / C U R E A E N T A M E R A N	C O R E E A S O R E E N T E (M O V.)	C O R E E A S O R E E N T E (M O V.)	A V A N C E A C I Ó N V E R T E D E R O B A R R E R A	P L A T O I L L W H A K E N A	T O R E R I L L W H A K E N A	A U T O M Á T I C O V E L O C I D A D E N T E	V O R T I C E E L E C T R I C I D A D E N T E	S U P E R F I C I E V E N T I L O C O L E C T O R E S	S U P E R F I C I E V E N T I L O C O L E C T O R E S	H I D R O C I C L O N E	F L A N J O B R I D G E I N T E R F A C I O N	C H O R R U P T I O N A C C I O N	
Leyenda																				
1. Bueno																				
2. Regular																				
3. Deficiente																				
CRITERIO DE EVALUACIÓN	Medio Ambiente Operativo	Mur Abierto Ao > 3 pies V > 1 kt	2	2	1	1	1	1	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3		
		Puertos y Bahías Ao < 3 pies V < 0.7 kt	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	1	2	3	2	2	
		Cercas de la Costa Protegida Ao < 1 pie V < 0.5 kt	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		Grandes Corrientes < 2 kt	2	3	2	1	1	2	1	2	3	2	3	2	2	3	2	2	2	
		Agua Poco Profunda (< 1 pie)	2	2	1	3	3	3	3	3	3	1	3	2	2	1	3	2	3	
		Desechos (incluyendo hielo)	1	3	1	1	2	1	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	
	Viscosidad del Aceite	Viscosidad Alta (> 100 cSt)	1	2	2	2	2	1	2	2	2	1	3	2	2	3	2	1		
		Viscosidad Media (100-1000 cSt)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	
		Viscosidad Baja (< 100 cSt)	1	2	2	2	1	3	1	1	1	2	1	1	1	1	3	1	1	
	Características del Colector de Superficie	Relación de Colección Q/W *	1	2	1	1	2	2	2	2	3	2	3	2	2	3	3	2	2	
		Velocidad de Colección	2	2	3	2	2	2	2	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	
		Facilidad para Desplegar	1	1	2	1	1	1	1	2	3	1	2	1	2	1	2	3	2	
	* O/W Relación de Colección = % de Crudo en los Productos Colectados																			

MATRIZ PARA SELECCIONAR SISTEMAS DE TRANSFERENCIA

Claves para la Clasificación 1 - Mejor 5 - Peor		Características del Sistema de Transferencia															
		Tipo de Fluido	Tolerancia de Desechos	Otros Criterios													
				ALTA VISCOSIDAD	BAJA VISCOSIDAD	BARRIL AEREO	GRAN SOLIDIDAD	ALTA VISCOSIDAD	BAJA VISCOSIDAD	GRAN SOLIDIDAD	ALTA VISCOSIDAD	BAJA VISCOSIDAD	GRAN SOLIDIDAD	ALTA VISCOSIDAD	BAJA VISCOSIDAD	GRAN SOLIDIDAD	
B O M B A	Centrifugas	5	1	1	1	4	1	5	1	1	5	4	5	1	1	1	EJ
	Lóbulo	1	4	3	4	3	4	2	3	3	3	3	1	3	3	3	B
	Engranaje	1	4	5	5	2	5	3	4	4	4	4	1	3	4	4	B
	Tornillo interengranaje	1	4	5	5	3	5	3	5	4	4	4	1	4	4	4	BJ
	Paletas	3	3	5	5	4	3	3	4	4	4	3	2	2	3	3	-
	Impulsor Flexible	2	2	2	4	4	2	3	3	3	1	2	3	2	2	3	F
	Tornillo/Barreno	1	5	1	1	2	5	1	2	3	5	5	2	3	3	5	A
	Cavidad Progresiva	1	3	1	3	2	4	1	3	3	1	1	1	4	4	4	B
	Pistón	1	3	3	4	4	4	3	4	3	2	2	1	4	3	3	B,D
	Diafragma	3	2	1	3	3	3	3	1	4	2	2	4	2	1	1	A,C,D
V A C Í O	Convector de Aire	1	1	1	1	2	2	1	1	3	1	1	5	-	5	5	F,G,I
	Camión de Vacío	2	1	1	1	2	1	1	1	3	1	2	5	-	5	5	F,G,I
	Bomba de Vacío Portátil	2	1	1	2	3	3	1	1	3	1	3	5	4	4	4	F,G
T R A N S P O R T A B L E	Correa	1	5	1	1	1	4	1	2	3	1	-	3	5	3	4	-
	Tornillo	2	5	1	2	2	4	1	3	4	1	-	3	5	4	4	-
Vehículos con Ruedas		1	1	1	1	1	4	1	-	2	-	-	-	-	3	3	G,H,I
Claves para los comentarios: A) Normalmente requiere fuentes de energía remotas, habiendo así más seguridad alrededor de los líquidos inflamables. B) Deberá haber una válvula de alivio en la línea de descarga para evitar el estallido de las mangueras. C) Las unidades accionadas con aire tienen a congelarse a temperaturas bajo cero. D) Las unidades con válvulas esféricas son difíciles de cebar. E) Algunos tipos accionados a distancia están diseñados para instalar en una boca de lavado Butterworth. F) También puede bombear aire a baja presión. G) La transferencia se hace más bien por lotes y no en forma continua. H) Los desperdicios deben estar en un contenedor separado para obtener una transferencia eficiente. I) Transportable con su propio cebador. J) Las altas tensiones tienden a emulsionar las mezclas de petróleo y agua.																	

DISPERSANTES QUÍMICOS.

• RESPUESTA.

- Aplicarse en las primeras horas de ocurrido.
- Disponer de combustible y dispersante para recargar unidades.
- Prever tripulaciones de relevo para las aeronaves.
- Obtener rápidamente autorización para aplicar dispersante.
- Tener en cuenta las propiedades físicas y químicas del HC.
- Seleccionar el rociado con buques o aeronaves, considerando:

Facilidades del lugar.

Condiciones hidrometeorológicas.

Duración de la operación.

DISPERSANTES QUÍMICOS.

• VENTAJAS DE SU APLICACIÓN.

- Mejora la dispersión natural.
- Acelera el proceso de biodegradación natural.
- Reduce el volumen de HC que impacta en la costa.
- La aplicación aérea posibilita la respuesta en grandes áreas más rápidamente que con métodos mecánicos.
- Pueden ser usados en un mar agitado mientras que el uso de barreras y colectores se torna impracticable.
- Acelera la eliminación de componentes volátiles del HC.
- Reduce el riesgo de incendio.

DISPERSANTES QUÍMICOS.

• VENTAJAS DE SU APLICACIÓN.(CONT.)

- Disminuye el riesgo de toxicidad.
- Reduce la emulsión de agua en petróleo *mousse*.
- Reduce la formación de *bolas de tar* residuales.
- El HC se mueve por efectos de la corriente, no lo afecta el viento.
- No se deposita en el fondo, lo dispersa en la columna de agua.

• Reduce la amenaza del HC a:

- Colonias de aves.
- Hábitats costeros.
- Playas de recreo.
- Contaminación de costas.

DISPERSANTES QUÍMICOS.

- CUANDO USAR O NO DISPERSANTES.
- La dispersión química reduce costos comparado con otros tipos de limpieza al impactar en la costa.
- Estado del mar.

Calmo:

Falta energía, es necesario fuerza 3 o superior de viento en la escala Beaufort.

Puede emplearse turbulencia mecánica.

Encrespado:

No se recomienda su uso porque: La energía del agua genera dispersión natural.

No es recomendable en aguas poco profundas y con baja tasa de renovación.

DISPERSANTES QUÍMICOS.

- *CUANDO USAR O NO DISPERSANTES (CONT.).*
- No debe aplicarse en proximidad de tomas de agua dulce para provisión de agua potable.
- No es efectivo en HC intemperizado.
- No es recomendable cuando la baja temperatura del agua es de 10 ó más grados de diferencia con el HC derramado.
- No es conveniente en proximidades de la costa.
- Debe evitarse el uso en proximidades de tomas de agua para uso de enfriadoras o desalinización
- La viscosidad es un gran determinante de la efectividad del dispersante.

DISPERSANTES QUÍMICOS.

- O/M N° 1/95: Normas para la autorización de uso de productos químicos y biológicos utilizados para combatir la contaminación.
- Procedimientos operativos a seguir:
- Rotulación de los Envases.
 - Todos los envases deberán estar rotulados para su identificación y llevar en forma clara e indeleble:
 - La forma de uso - dosis a aplicar - punto de inflamación - precauciones -instrucciones de primeros auxilios - condiciones de estiba - especificaciones para la correcta identificación y utilización.



DISPERSANTES QUÍMICOS.

- O/M N° 1/95: Procedimientos operativos a seguir: (Cont.)

- Los productos químicos o biológicos solo se podrán utilizar cuando:

Se ha establecido mediante el Árbol de Decisiones del Anexo 4, que:

El uso de equipos de contención y recuperación mecánica es ineficaz.

La decisión de aplicación de productos químicos y/o biológicos deberá tomarse durante las primeras horas posteriores al incidente.

Se deberá aplicar la cantidad de producto establecida en la Hoja Técnica y en la proporción correspondiente.

El equipo de rociado/aplicación debe ser aprobado por Prefectura y calibrado para asegurar el dosaje aconsejado en la Hoja Técnica.

DISPERSANTES QUÍMICOS.

- O/M N° 1/95: Procedimientos operativos a seguir: (Cont.)
 - Normalmente los productos químicos o biológicos no se usaran en los siguientes casos:
 1. Zonas de arrecifes y restingas.
 2. Pantanos salobres y bañados.
 3. Zonas anegadizas.
 4. Golfos, bahías, rías, lagos y/o lagunas con baja tasa de renovación de sus aguas.
 5. Aguas dulces a excepción de los productos para este tipo de agua y cuando su utilización no amenace tomas de agua.

DISPERSANTES QUÍMICOS.

- O/M N° 1/95: Procedimientos operativos a seguir: (Cont.)

6. Profundidades menores a 10 m. salvo que:

6.1. Sean productos que no se difunden en la columna de agua.

6.2. Que su utilización disminuya el riesgo de pérdidas humanas o riesgos de fuego sobre propiedades.

6.3. Que prevengan o reduzcan sustancialmente riesgos de afectación de especies subacuáticas.

6.4. Que resulte una apreciable disminución del daño ocasionado al medio ambiente.

6.5. Que se utilice en balnearios donde el perjuicio económico a conjurar justifique su uso.

DISPERSANTES QUÍMICOS.

- O/M N° 1/95: Procedimientos operativos a seguir: (Cont.)
- Las excepciones deberán ser verificadas por el funcionario de Prefectura que supervise la tarea, quien otorgará la autorización final.
- Para la determinación de las áreas de aplicación se utilizarán los "Criterios para el Uso de los Productos Químicos en la Lucha Contra los Derrames de Hidrocarburos" en base a las:
- Cartas Náuticas de Sensibilidad Ecológica del Convenio IAP-INIDEP (Instituto Argentino del Petróleo - Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero).

LIMPIEZA DE COSTAS.

• EVALUACIÓN.

1. Tipo de petróleo.
2. Cantidad de petróleo en la costa.
3. Tipo de costa y longitud afectada.
4. De la evaluación de 1 y 2 efectuar los requerimientos de personal:
 - 1 Supervisor: 10 Capataces: 100 Operarios.
5. Estudio de la costa tomar muestras verificar rutas de acceso, establecer factibilidad de limpieza.
6. Prioridades considerar conflictos de intereses.

LIMPIEZA DE COSTAS.

• ORGANIZACIÓN.

- Distribución del trabajo:
Dividir en áreas pequeñas en base al material que puedan recolectar.
- Adecuar el horario de trabajo en playas de marea.
- No es aconsejable realizar tareas en horario nocturno.
- Durante las operaciones de limpieza debe restringirse el acceso del público a las zonas contaminadas.
- Control de vehículos en la playa.
- Control del tráfico.
- Cerca del lugar de trabajo deben habilitarse alojamientos, servicios de comida, y de primeros auxilios para los grupos de trabajo.

LIMPIEZA DE COSTAS.

• ORGANIZACIÓN (CONT.).

- Registros del personal y equipos.
- Planimetría con información de la zona de operaciones.
- Se requiere alto grado de organización para el mejor uso de los recursos. Especialmente cuando están distribuidos en un área geográfica amplia.
- Con frecuencia es necesario **capacitar** al personal en el terreno sobre técnicas apropiadas y el funcionamiento de equipos.
- Debe organizarse un grupo de mantenimiento, que permita a los equipos funcionar durante largos períodos.

2

LIMPIEZA DE COSTAS.

CUANTIFICACIÓN DE HC EN LAS COSTAS.

- * Inspección visual.
- * Reconocimiento Aéreo.
- * Verificación del reconocimiento aéreo.
- * Cuantificación de áreas representativas.
- * Fuentes de error por penetración en el sustrato.
- * Fotografías.

LIMPIEZA DE COSTAS.

CUANTIFICACIÓN PRACTICA.

* Cuando por las características de la costa no resulte práctico utilizar los anteriores métodos o existan razones de urgencia se podrá describir el grado de contaminación como:

* Leve: >1 Litro/m².

* Moderado: 1 Litro/m²

* Grave: De 1 Litro a 100/m²

LIMPIEZA DE COSTAS.

SELECCIÓN DE MÉTODOS Y EQUIPOS.

- * El tipo, la cantidad y distribución del petróleo en la costa.
- * El tipo de costa determinará en gran medida las técnicas de limpieza más adecuadas.
- * Amplitud de marea.
- * Condiciones meteorológicas.
- * Época del año.
- * Accesibilidad de equipos pesados en la costa.
- * Evaluar corrientes y vientos.



LIMPIEZA DE COSTAS.

SELECCIÓN DE MÉTODOS Y EQUIPOS.(CON.)

- * Disponibilidad de personal y equipo.
- * Velocidad de recolección y eficacia del equipo disponible.
- * Efecto de las operaciones de limpieza sobre el medio ambiente.
- * Disponibilidad de medios de transporte, almacenamiento y tratamiento del material recuperado.
- * Los costos.
- * Política Gubernamental.

CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE LOS SORBENTES

Algunas de las consideraciones generales para todos los sorbentes incluyen:

- El material deberá flotar por períodos prolongados (por ej., días o semanas) particularmente cuando estén embebidos con petróleo o agua.
- El material, si es difícil de recuperar, deberá ser seguro para el medio ambiente y biodegradable. Antes de usar materiales no compactados, se debe obtener permiso de las autoridades gubernamentales apropiadas.
- Los sorbentes deberán seleccionarse teniendo presente qué disposición final se les dará.
- El sorbente deberá ser efectivo para el tipo de petróleo y grado de intemperización involucrado.
- Los sorbentes normalmente se aplican manualmente o, en el caso de uso a gran escala de material no compactado, por soplado.
- Usualmente es necesario recuperar todo el material embebido en petróleo de modo que no se incrementen los problemas causados sólo por el petróleo. La recuperación manual frecuentemente es el único camino a seguir ya que muchos de los colectores de superficie se tapan con los materiales sorbentes. Excepciones a esto son algunos colectores de superficie tipo sogas y redes.
- El sorbente esterillado no permanecerá sobre la superficie del petróleo cuando se lo distribuye en presencia de vientos fuertes porque es liviano (de 50 g a 200 g por lámina). En condiciones de vientos fuertes serán más efectivas dos o tres láminas de sorbentes esterillados en capas.
- La velocidad de recuperación de los sorbentes disminuye a medida que la película de petróleo se hace más delgada. Para una recuperación más efectiva, se deberán usar barreras para contener y espesar la capa de petróleo.
- La distribución del sorbente sobre el petróleo contenido en las barreras puede suprimir en forma efectiva las olas y evitar que el petróleo salpique sobre la barrera.
- Para almacenar los sorbentes recuperados normalmente se usan bolsas o tambores. La cantidad de bolsas y tambores a usar se deberá calcular a partir de la cantidad de sorbente a ser distribuido y el grado de absorción efectuado. Los problemas de almacenamiento se agravan por el hecho de que el sorbente empetrolado puede volverse combustible en forma espontánea.
- Actualmente se dispone de nuevos productos sorbentes que incorporan nutrientes que pueden mejorar la biodegradación. Estos materiales también se pueden usar para limpiar aves.
- Al planear el uso de sorbentes, asegurarse de que se puedan utilizar facilidades para la disposición que cumplan con la aprobación de las reglamentaciones.

45

MATRIZ PARA SELECCIONAR SORBENTE

Tipo de Sorbente	Materiales Típicos (Nombre de los Productos)	Consideraciones para su Uso
Sintético	- Espumas y almohadillas de polietileno/ poliuretano - Telas, redes y cintas de polipropileno - Telas y fajas de nylon - Telas de poliéster/algodón (géneros limpiadores herméticos al viento)	- Generalmente el más efectivo (algunos absorben hasta 25 veces su peso de petróleo); altamente oleofílicos/hidrófugos - Disponible en varias formas: rollos, láminas, mantas, mallas abiertas, borlas, sueltos, etc. - No es biodegradable pero es el más seguro desde el punto de vista del medio ambiente (inerte) - Se prefieren los productos blancos o de colores claros para hacer visible el petróleo; evitar los colores oscuros o el negro - Forma áreas de gran superficie (por ej., borlas) buenas para aplicaciones muy viscosas - Algunos productos son surfactantes tratados para mejorar las propiedades oleofílicas - Algunos son reutilizables
Orgánico	- Paja - Turba - Aserrín - Fibra de coco - Plumas de aves - Corcho - Fibra celulósica - Esponja (esponja biodegradable) - Mazorca del maíz - Lana	- Generalmente absorbe de 5 a 10 veces su peso - Biodegradable - Se ha usado para inmovilizar petróleo en áreas con medio ambiente sensitivo (por ej., pantanos) para proteger a la vegetación y la vida silvestre - Algunos productos son tratados para mejorar las propiedades oleofílicas - Algunos se hunden completa y rápidamente una vez embebidos - Fundamentalmente son materiales no compactos difíciles de recuperar
Inorgánico	- Perlita - Vermiculita - Lana de vidrio - Roca volcánica	- Generalmente absorben de 3 a 6 veces su peso - Relativamente baratos - Su recuperación es difícil y a veces peligrosa - Algunos se hunden y no se pueden recuperar

TÉCNICAS DE APLICACIÓN DE MATERIALES SORBENTES

Forma del Sorbente	Descripción de la Técnica
Cuadrados y Fajas (almohadillas)	Colocado en áreas confinadas para captar pequeñas cantidades de petróleo; se deberán dejar por un cierto tiempo para una mayor efectividad. Las almohadillas se pueden estrujar retorciéndolas en forma simple y volver a usar.
Rodillos	- Se usan de la misma manera que los cuadrados y fajas pero usualmente son más convenientes ya que se pueden desgarrar o cortar para lograr la longitud óptima. - Muy efectivas para proteger pasarelas, cubiertas de botes, áreas de trabajo, áreas previamente no contaminadas o ya limpiadas; se pueden usar para cubrir áreas como lugares de almacenamiento temporario para materiales empetrolados. - La disposición final se facilita enrollando el sorbente y colocándolo en un contenedor adecuado.
Barreras	- Pueden cumplir una doble función absorbiendo el petróleo y actuando como barreras, pero sólo son efectivas en aguas muy quietas debido a su bajo francobordo y ausencia de pollera. - Son mas efectivas en películas finas de petróleo o sobre capas brillosas. - El material sorbente fuertemente compactado encerrado en la malla restringe la penetración del petróleo, requiriendo de esta forma que la barrera sea rotada y movida alrededor del petróleo para que trabaje eficientemente. Usualmente es mejor dirigir el petróleo hacia el interior de la barrera. - La barrera sólida tipo "salchicha" es mejor que la del tipo "roseta de maíz" poco comprimida (granular). Las partículas-poco comprimidas absorben más agua y la bolsa de malla se rompe fácilmente, haciendo que se incrementen los esfuerzos de limpieza. - Se pueden usar efectivamente para proteger áreas de reserva ecológica contra la contaminación con petróleo. Además se pueden desplegar detrás de los colectores de superficie para recoger el petróleo adicional o el no retenido pero generalmente no son efectivas cuando se las usa para este fin. - Se pueden remolcar en forma de "U" o remolcadas detrás de los buques para recuperar las películas brillosas. El remolcado en forma circular o en zig-zag funciona mejor que el hacerlo en línea recta. - La disposición se realiza plegándolas, enrollándolas, y/o colocando las barreras en bolsas plásticas para luego retirarlas.
Barreras tipo borlas y lazos	- Más efectivas en petróleos viscosos o intemperizados. - Se pueden usar para recuperar el petróleo tanto en la costa como en el agua. - Se pueden unir con sogas y colocar en el área intermareas para recuperar el petróleo. - Se pueden usar para sellar el extremo de la costa de la harrera de modo que el petróleo no pase. Esto es particularmente útil en aguas con mareas, especialmente donde el fondo es rocoso o tiene rocas diseminadas. - Con frecuencia se usa una barrera compuesta en el interior de la barrera de contención para limitar el escape del petróleo por efecto de vientos variables, olas y la condición de las corrientes. - La disposición se realiza introduciendo el material en una bolsa plástica para su retiro.
Materiales no compactados	Los materiales sorbentes no compactos no se recomiendan para usar en derrames de petróleo en el agua. Sin embargo, se han usado materiales orgánicos no compactos con éxito para estabilizar petróleo varado en lugares remotos o inaccesibles.