



Manual

Control de Derrames de Petróleo

333.91
/494 M

Apuntes para Cursos en América Latina de
IMCO – CPPS – PNUMA

333.91/V494M



APR 1961

41425

Este Manual puede solicitarse a:

**IMCO (Manual)
CEPAL, Oficina T-321
Edificio Naciones Unidas
Casilla 179 - D
Santiago, Chile**

MANUAL

CONTROL DE DERRAMES
DE PETROLEO



OCHI
✓

London

36208: 01.021.00, 333.91/V494M
58-40, 26 + 1000000000
Edreind
muñ
de
pi ti

Preparado por

IGNACIO VERGARA (IMCO)

FRANCISCO PIZARRO (CHILE)

VERSION PRELIMINAR
SUJETA A MODIFICACIONES DE FORMA Y FONDO

- 1.- Las ideas expresadas en este Manual son de única responsabilidad de sus autores y no comprometen en modo alguno a las instituciones que representan.
- 2.- Este Manual reúne apuntes para cursos de capacitación en programas de la Organización Consultiva Marítima Intergubernamental (IMCO-OCMI), la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), en América Latina.
- 3.- Originalmente el Manual se diseñó con 20 capítulos y hasta ahora se han completado 17. Se pretende completar los capítulos restantes más adelante e incorporarlos como addendum.

Noviembre de 1981

CONTENIDO DEL
MANUAL SOBRE CONTROL DE DERRAMES DE PETROLEO

Capítulo

i - xii	Prólogo
1	Introducción
2	Identificación del petróleo (tipos y derivados)
3	Predicción del comportamiento del petróleo derramado
4	Medidas de control en un derrame Introducción
5	Contención/concentración del derrame Barreras
6	Recolección/recuperación Recolectores
7	Dispersión del derrame Dispersantes
8	Otros métodos de tratamiento
9	Limpieza de costas y playas
10	Eliminación de residuos y desechos contaminados
11	Tratamiento de aves marinas
12	Plan de contingencia
13	Logística, comunicaciones, relaciones públicas y mantención de equipos
14	Aspectos ecológicos de los derrames
15	Aspectos económicos de los derrames
16	Esquemas de indemnización por daños causados por derrames
17	Aspectos de prevención de la contaminación
18	Operaciones de salvamento en un accidente
19	Seguridad en el escenario del derrame
20	Glosario

PROLOGO

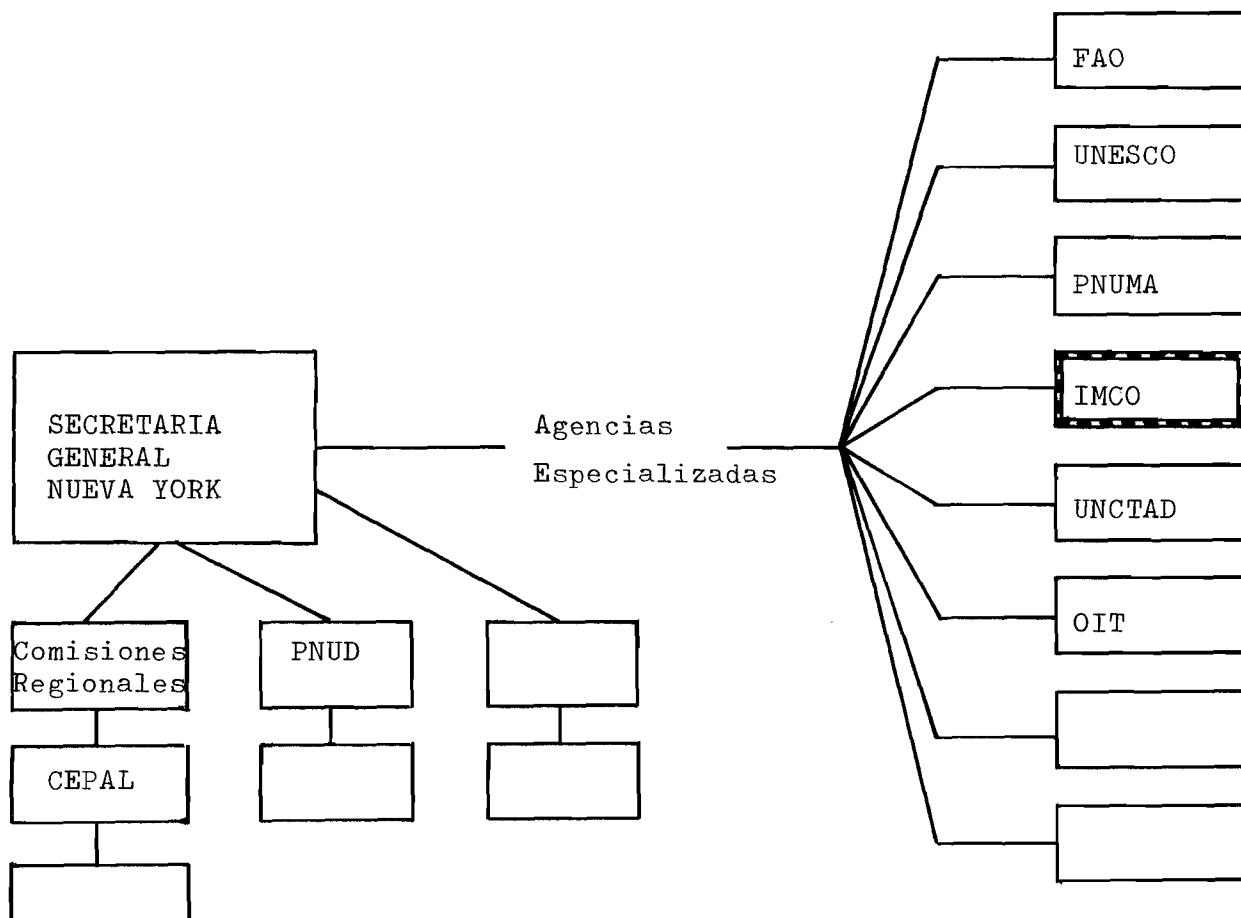
Este Manual sobre Control de Derrames de Petróleo tiene tres objetivos básicos. El primero es servir de guía para el Curso Internacional sobre el mismo tema, organizado por la Organización Consultiva Marítima Intergubernamental (OCMI-IMCO) con el patrocinio del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y de la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS), Viña del Mar, Chile, 6-15 de abril de 1981. El segundo es ser utilizado en cursos de capacitación que auspicie la IMCO en América Latina o en cursos internos que organicen las instituciones marítimas de la región. Por último, su propósito es servir para referencia o consulta en las operaciones de control de la contaminación en caso de derrames.

El Manual ha sido preparado por el Sr. Ignacio Vergara, Asesor Regional de la IMCO y por el Comandante Francisco Pizarro, experto de la Dirección del Territorio Marítimo y de Marina Mercante de Chile. También han colaborado en algunos capítulos los Sres. J. A. Nichols de la International Tanker Owners Pollution Federation, Londres; Borys Didyk y Werner Baasch de la Empresa Nacional del Petróleo, Chile; y el Dr. Fernando Alcázar de la Universidad de Valparaíso, Chile.

Los autores agradecerán cualquier observación o sugerencia que permita mejorar el contenido del Manual. Es posible que éste tenga algunas deficiencias pero que sirva de descargo para los autores el que su esfuerzo fue realizado sin más incentivo que la esperanza de resolver a corto plazo el problema de la falta casi total de este tipo de material en español.

Santiago, abril de 1981

SISTEMA DE NACIONES UNIDAS



IMCO (OCMI) = Agencia Marítima (Técnica) de ONU con sede en Londres

Areas de Actividad de la IMCO

1. Seguridad Marítima (personal, buques, puertos)
2. Protección del Medio Marino (prevención y control)
3. Legislación Marítima
4. Facilitación
5. Cooperación Técnica

La sigla IMCO(OCMI) corresponde a lo siguiente:

IMCO(Inglés): Inter-Governmental Maritime Consultative Organization

OCMI(Español): Organización Consultiva Marítima Intergubernamental

Se espera que pronto cambie de nombre a Organización Marítima Internacional(OMI), y en inglés a International Maritime Organization(IMO)

Figura 0: La Organización Consultiva Marítima Intergubernamental

CAPACITACION DE PERSONAL

Como se ha señalado anteriormente, en el control de derrames de petróleo, los tres ingredientes básicos en una respuesta son:

- Plan de contingencia
- Personal capacitado
- Materiales y equipos

y la falta de uno de ellos hace ineficaz e ineficiente toda respuesta.

La capacitación de personal a través de cursos especiales es entonces primordial, y cada Autoridad Marítima debe asegurarse de contar con un contingente adecuado de personal entrenado. Muchas veces el personal proviene de las instituciones de Marina y, por lo tanto, están sujetos a la movilidad y ascensos propios de las fuerzas armadas; en estos casos la capacitación debe ser periódica para sustituir la desertión de personal.

Idealmente, la capacitación debe incluir no sólo a personal que actuará desde tierra sino también a personal de a bordo. En la mayoría de los casos los primeros que tienen posibilidad de actuar son los tripulantes del buque accidentado y, en espera del personal especializado de tierra, pueden tomar medidas de gran efecto en la magnitud del accidente.

Para facilitar la planificación de cursos de capacitación se incluye a continuación un programa modelo que se sugiere para estos casos y que es el resultado de la experiencia de IMCO en varios cursos realizados en la materia.

A fin de medir los resultados de un curso y detectar sus deficiencias para corregirlas en un futuro curso, se recomienda hacer una evaluación. Para este fin se adjunta también un formulario tipo.

Finalmente, como complemento a la capacitación de personal a través de cursos, se sugiere estimular la lectura de referencias básicas y publicaciones periódicas especializadas en el tema. La formación de una pequeña biblioteca de consulta es altamente recomendable y como guía se ha preparado una lista de referencias básicas.

PROGRAMA MODELO DE UN CURSO SOBRE CONTROL DE DERRAMES DE PETROLEODía de llegada

Llegada de los participantes, inscripción, distribución documentos.

Primer día de actividades

08.45 Inauguración del curso
 09.00 Intervención de representantes de organismos auspiciadores
 09.30 Introducción - Identificación del problema
 10.00 Película o Video de introducción
 10.15 Café
 10.30 Causas y efectos de los derrames de petróleo
 11.30 Tipos de petróleo y derivados
 12.30 Almuerzo

En las tardes se llevan a cabo actividades prácticas

14.00 Visita a un terminal marítimo petrolero y sus instalaciones
 18.00 Fin de las actividades

Segundo día

08.30 Predicción del comportamiento del petróleo derramado en el mar
 09.45 Técnicas y fases en el combate de derrames de petróleo
 10.30 Café
 10.45 Contención/concentración del derrame. Teoría sobre uso de barreras
 12.30 Almuerzo
 14.00 Práctica en el uso de barreras en el mar
 18.00 Fin de las actividades

Tercer día

08.30 Recolección/recuperación del petróleo. Teoría y uso de recolectores/recuperadores
 10.00 Uso de sorbentes
 10.30 Café
 10.45 Eliminación/disposición de desechos y residuos
 12.30 Almuerzo
 14.00 Práctica en el uso de recolectores en el mar
 18.00 Fin de las actividades

Cuarto día

08.30 Teoría y uso de dispersantes
 10.30 Café
 10.45 Limpieza y restauración de playas y costas
 11.30 Pruebas de dispersión/toxicidad de dispersantes en un laboratorio

- 12.30 Almuerzo
- 14.00 Práctica con equipo mini aplicador de dispersantes, limpieza de playas, reconocimiento del área para preparación de simulacro
- 18.00 Fin de las actividades

Quinto día

- 08.30 Comunicaciones, logística, relaciones públicas
- 09.30 Aspectos económicos de los derrames
- 10.15 Café
- 10.30 Diseño de un Plan de Contingencia
- 12.30 Almuerzo
- 14.00 Práctica con equipo maxi de aplicación de dispersantes
- 18.00 Fin de las actividades

Sexto día

- 08.30 Introducción a los Convenios de IMCO
- 09.30 Convenios OILPOL 54, MARPOL 73, TSPP
- 10.15 Café
- 10.30 Esquemas de indemnización por daños (Convenios CLC, FONDO y TOVALOP-CRISTAL)
- 12.30 Almuerzo

Tarde libre

Séptimo día

Libre

Octavo día

- 08.30 Derrames en tierra
- 09.00 Aspectos de seguridad en un derrame
- 09.30 Operaciones de salvamento relacionadas con un derrame de petróleo
- 10.30 Café
- 10.45 Inspecciones en Puerto
- 11.30 Discusión sobre problemas
- 12.30 Almuerzo
- 14.00 Visita a un laboratorio - identificación de muestras de petróleo derramado
- 18.00 Fin de las actividades

Noveno día

- 08.30 Simulacro de un derrame y operaciones de control
- 12.30 Almuerzo
- 14.30 Discusión sobre el simulacro
- 17.15 Discusión final sobre el curso
- 18.00 Fin de las actividades

Este modelo de programa para cursos sobre control de derrames de petróleo que se sugiere implica la disponibilidad de equipos tales como barreras, recuperadores de petróleo, aplicadores de dispersantes, remolcador, lanchas y equipos de comunicación. También supone el acceso a instalaciones tales como un terminal marítimo y laboratorios para análisis de muestras de petróleo y dispersantes.

Aunque las instalaciones y equipos dan garantía de una capacitación práctica, el no contar con ellos no elimina la posibilidad de realizar los cursos ni los beneficios que éstos tienen.

En derrames importantes, ya sea por solicitud expresa de asistencia externa o por intermedio de los sistemas de seguros involucrados (TOVALOP, P&I Clubs, etc.), llegan al país equipos, materiales y expertos. En esas circunstancias es indispensable que exista en el país personal capacitado para dirigir, o al menos asesorar, las operaciones y usar los equipos. Por lo tanto, la capacitación previa es necesaria y útil, aún cuando no se disponga de equipos.

La longitud del curso que se sugiere es de nueve días, considerando la variedad de temas que incluye y la necesidad de abordarlos en cierta profundidad. La experiencia en cursos de capacitación ha demostrado la importancia de que cada alumno pueda disponer de un manual de estudio y consulta, al menos durante el curso.

Finalmente, el valor didáctico/pedagógico del uso de material audiovisual como video-cassettes, diapositivas y transparencias, es innegable y por lo tanto, altamente recomendable.

FORMULARIO DE EVALUACION DE UN CURSO

(para ser entregado a los alumnos)

Evalúe el contenido y el valor de cada unidad haciendo un círculo alrededor del número correspondiente en cada columna.

<u>Importancia del Tema</u>	<u>Presentación del Tema</u>	<u>Tiempo destinado al Tema</u>
5. Indispensable	5. Excelente	3. Suficiente
4. Importante	4. Buena	2. Insuficiente
3. Util	3. Regular	1. Excesivo
2. Interesante pero innecesario	2. Necesita mejorar algo	
1. Inútil	1. Necesita mejorar mucho	

<u>Sesión</u>	<u>Importancia</u>	<u>Presentación</u>	<u>Tiempo</u>
Causas y efectos de los derrames de petróleo	5 4 3 2 1	5 4 3 2 1	3 2 1
Tipos de petróleo y derivados	5 4 3 2 1	5 4 3 2 1	3 2 1
Visita a terminal marítimo e instalaciones de refinerías	5 4 3 2 1	5 4 3 2 1	3 2 1
Predicción del comportamiento del petróleo derramado en el mar	5 4 3 2 1	5 4 3 2 1	3 2 1
Técnicas y fases en el combate de derrames	5 4 3 2 1	5 4 3 2 1	3 2 1
Contención/concentración del derrame - Barreras	5 4 3 2 1	5 4 3 2 1	3 2 1
Práctica en el uso de barreras	5 4 3 2 1	5 4 3 2 1	3 2 1
Recolección/recuperación del petróleo	5 4 3 2 1	5 4 3 2 1	3 2 1
Uso de sorbentes	5 4 3 2 1	5 4 3 2 1	3 2 1
Plan de contingencia - Introducción	5 4 3 2 1	5 4 3 2 1	3 2 1
Eliminación/disposición de desechos	5 4 3 2 1	5 4 3 2 1	3 2 1
Práctica en el uso de recolectores	5 4 3 2 1	5 4 3 2 1	3 2 1
Teoría y uso de dispersantes	5 4 3 2 1	5 4 3 2 1	3 2 1
Limpieza y restauración playas/costas	5 4 3 2 1	5 4 3 2 1	3 2 1

<u>Sesión</u>	<u>Importancia</u>	<u>Presentación</u>	<u>Tiempo</u>
Pruebas de dispersión/toxicidad en un laboratorio	5 4 3 2 1	5 4 3 2 1	3 2 1
Práctica con equipo mini de dispersantes, limpieza de playas	5 4 3 2 1	5 4 3 2 1	3 2 1
Comunicaciones, logística, relaciones públicas	5 4 3 2 1	5 4 3 2 1	3 2 1
Diseño Plan de Contingencia	5 4 3 2 1	5 4 3 2 1	3 2 1
Práctica con equipo maxi de dispersantes	5 4 3 2 1	5 4 3 2 1	3 2 1
Introducción a los Convenios IMCO	5 4 3 2 1	5 4 3 2 1	3 2 1
OILPOL/MARPOL/TSPP			
Indeminizacion por daños CLC/FUND/TOVALOP-CRISTAL	5 4 3 2 1	5 4 3 2 1	3 2 1
Derrames en Tierra	5 4 3 2 1	5 4 3 2 1	3 2 1
Aspectos de seguridad en un derrame	5 4 3 2 1	5 4 3 2 1	3 2 1
Operaciones de salvamento de un derrame	5 4 3 2 1	5 4 3 2 1	3 2 1
Inspecciones enpuerto	5 4 3 2 1	5 4 3 2 1	3 2 1
Visita a Laboratorio - Identificación de hidrocarburos	5 4 3 2 1	5 4 3 2 1	3 2 1
Simulacro de derrame - operaciones de control	5 4 3 2 1	5 4 3 2 1	3 2 1
Solución de los problemas	5 4 3 2 1	5 4 3 2 1	3 2 1

Utilice la misma escala que usó en su evaluación anterior en la columna "Presentación del tema" y aplíquela a la evaluación de los siguientes servicios:

1. Salas de clase
2. Transporte/movilización
3. Lanchas/remolcadores usados
4. Equipos para control de derrames
5. Laboratorios visitados
6. Acomodaciones y facilidades de almuerzo/café

Evaluación del material didáctico (utilice la misma escala)

1. Manual
2. Material audiovisual

Evaluación general del curso (utilice la misma escala)

1. Objetivos versus logros
2. Nivel didáctico
3. Presentación general
4. Coordinación - Programa

Evaluación de los instructores:

Comentarios adicionales:

REFERENCIAS BASICAS SOBRE CONTROL DE DERRAMES DE PETROLEOESPAÑOL

Manual de la IMCO	Número de Pedido
I Prevención	76.13 S
II Plan de Contingencia	78.11 S
III Salvamento	(en preparación)
IV Control de Derrames	(última versión en español en preparación, disponible actualmente en inglés, 80.01 E)
V Aspectos Legales	(en preparación)

Escribir a:

IMCO Publications
101 - 104 Piccadilly
London W1V OAE
U. K.

INGLES

"The Basics of Oil Spill Clean-up"
Fingas, M. F.; Duval, W.S.; and Stevenson, G. B.
Environment Canada, Ottawa, 1979
Printing and Publishing Supply and Services Canada, Hull, Quebec K1A OS

"The Prevention of Oil Pollution"
Wardley-Smith (Editor) 1979
Graham & Trotman Ltd., Bond Street House, 14 Clifford St, London W1X IRD

"The Control of Oil Pollution"
Wardley-Smith (Editor), 1976
Graham & Trotman Ltd., Bond Street House, 14 Clifford St, London W1X IRD

"Impact of Oil in the Marine Environment"
GESAMP - IMCO/FAO/UNESCO/WHO/IAEA/UN
Publicado por FAO, Roma, 1977

"Oil and Chemical Pollution from Ships - Economics and control measures"
Lidgren, K.; Norrby, S.
Ministry of Agriculture, S-103-33, Gotab, Stockholm, 1980

"Proceedings 1981 Oil Spill Conference"
Atlanta, 1981 (cada dos años)
American Petroleum Institute
2101 L Street, N. W., Washington, D. C. 20037

"Proceedings of the Oil and Hazardous Material Spills Conference"
Prevention-control cleanup-recovery-disposal, 1979
Information Transfer Inc. (ITI)
9300 Columbia Boulevard, Silver Spring, Maryland 20910

"Measures to Combat Oil Pollution"
ITOPF Ltd.
Graham & Trotamn Ltd., Bond Street House, 14 Clifford St, London W1X 1RD

"Manual of Practice for Protection and Clean-up of Shorelines" (2 Vols)
Woodward-Clyde Consultants, San Francisco, California, 1979
National Technical Information Service (NTIS)
5285 Port Royal Road, Springfield, Virginia 22161

"Oil Pollution Response Planning Guide for Extreme Weather"
USCG COMDTINST M 16466.2, 1980
US Coast Guard, Washington, D. C. 20590

"The Law and Practice Relating to Oil Pollution from Ships"
Abecassis, D. W., 1978
Butterworth & Co. (Publishers) Ltd., 88 Kingsway WC2B 6AB, London

"Pollution, Politics and International Law: Tankers at Sea"
M'Gonigle, R.M.; and Zucker, M.W.
University of California Press, 1979

PUBLICACIONES PERIODICAS

Oil Spill Intelligence Report
Cahners Publishing Co., 221 Columbus Avenue, Boston MA 02116

IMCO News
IMCO, 101 - 104 Piccadilly, London W1V 0AE

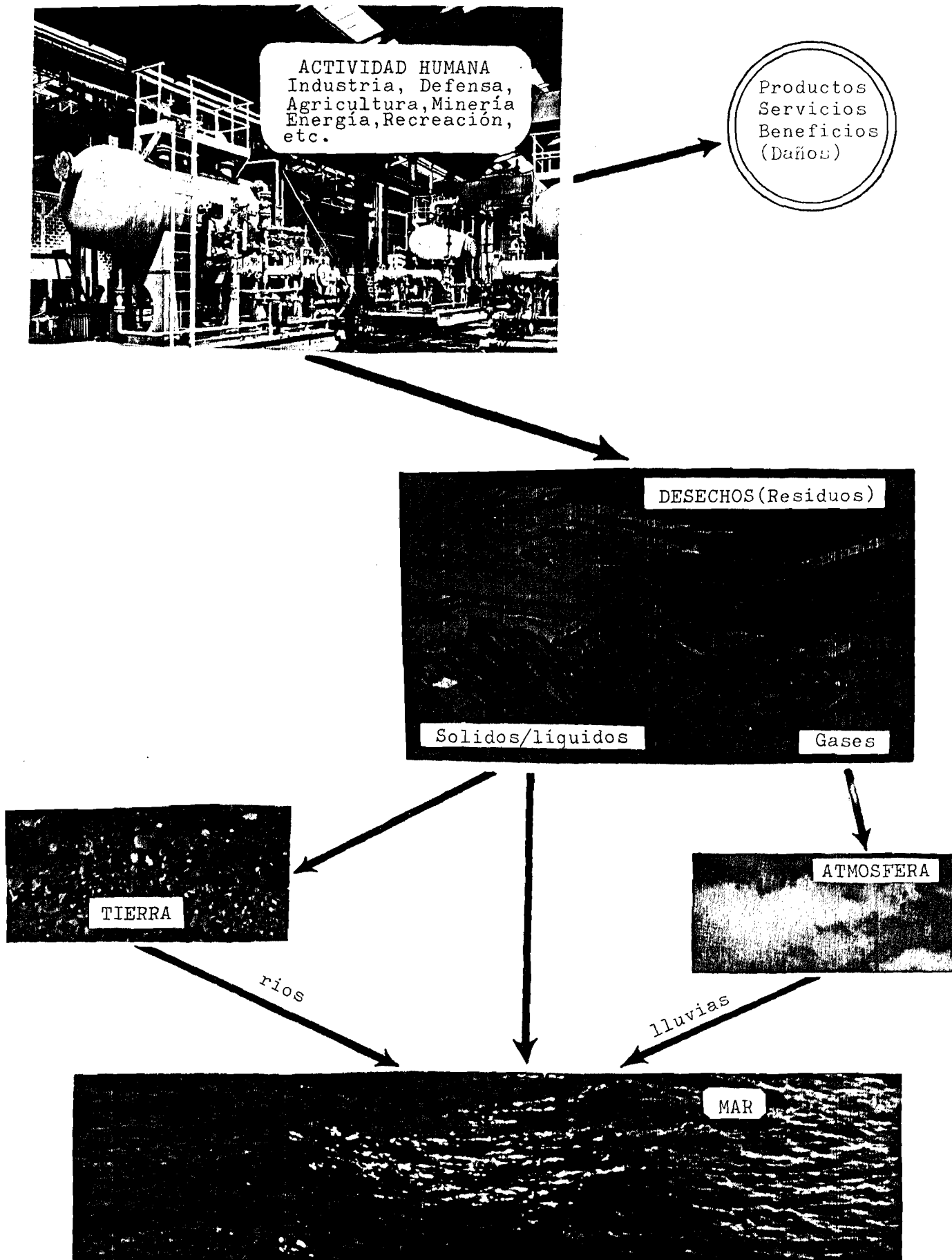
Industry and Environment - UNEP
Industry & Environment Office, UNEP, 17, rue Marguerite, 75017 Paris

Marine Pollution Bulletin
Pergamon Press, Maxwell House, Fairview Park, Elmsford NY 10523

Spill Technology Newsletter
Environmental Emergency Branch, Environmental Protection Service,
Ottawa, Canada

CAPITULO 1
INTRODUCCION

FIGURA 1 : ORIGEN DE LA CONTAMINACION MARINA



ACTIVIDAD HUMANA
Industria, Defensa,
Agricultura, Minería
Energía, Recreación,
etc.

Productos
Servicios
Beneficios
(Daños)

DESECHOS (Residuos)

Sólidos/líquidos

Gases

TIERRA

ATMOSFERA

MAR

ríos

lluvias

INTRODUCCION

1. La contaminación marina por petróleo

El hombre siempre ha contaminado el ambiente que lo rodea. El hombre prehistórico botaba los restos de alimentos en la entrada de la cueva donde vivía. Miles de años después, castillos medievales sitiados sucumbían a veces debido a la contaminación de su abastecimiento de agua por sus propias basuras y desechos. La Revolución Industrial aceleró el proceso hasta exceder la capacidad de eliminación de la naturaleza.

Lentamente, a través de los años, los efectos dañinos de la contaminación han sido reconocidos y han empezado a preocupar a la población. Esta preocupación varía de un país a otro y de industria en industria. En muchos lugares el mar todavía es considerado como un inmenso e infinito receptáculo de basuras o desagüe donde puede descargarse cualquier cantidad de materiales químicos y desechos sin motivo de preocupación (Figura 1-1). Afortunadamente, esta opinión está cambiando y vastas zonas marinas, particularmente mares cerrados, son materia de convenios internacionales que los protegen.

Los contaminantes son muy variados y también lo son sus efectos. Muchos no son contaminantes en sí pero al estar presentes en elevadas concentraciones se transforman en dañinos. El petróleo es un tipo de contaminante entre muchos y ciertamente no es el más peligroso, pero es muy visible y su contaminación resulta muchas veces espectacular.

En general, los yacimientos de petróleo se encuentran lejos de los centros mundiales de consumo y por lo tanto el petróleo crudo (o derivados) debe ser transportado, en gran parte por vía marítima. Actualmente, a escala mundial, más de la mitad del transporte marítimo corresponde a hidrocarburos y es por esto, entonces, que sin ser un contaminante extremadamente dañino, su manejo en miles de millones de toneladas lo convierte en una amenaza permanente.

El crecimiento del consumo de hidrocarburos ha producido un crecimiento similar de la flota mundial de buques tanque, tanto en el tamaño de los buques como en su número. Igualmente, el desarrollo de la industria petrolera se ha traducido en la instalación de refinerías, en su mayoría costeras, y en actividades de exploración y producción de petróleo costa afuera. Todo este manejo de hidrocarburos en zonas costeras envuelve un serio riesgo de

contaminación y deterioro de otros recursos marinos y costeros. También a esto debe agregarse la contaminación producida en el proceso de consumo de los hidrocarburos que en parte terminan en el mar.

De esta forma, un determinado estilo de desarrollo, que envuelve un gran consumo de hidrocarburos, desencadena una serie de mecanismos que terminan en el deterioro real o potencial de otros recursos nacionales. Incluso algunas decisiones de los países vecinos, tales como importar, exportar o refinar petróleo, puede implicar un riesgo para un determinado país, tanto por el tráfico de buques tanque en tránsito por sus costas como porque una contaminación aguda, o un derrame en una zona cercana a la frontera, ciertamente puede desplazarse y afectar a un país vecino. Este es uno de los aspectos que determina el carácter internacional de la contaminación marina, que resulta más obvio cuando se trata de buscar soluciones.

El origen de la contaminación marina por hidrocarburos puede ser muy diverso y la importancia relativa de las fuentes puede llamar la atención. Varias instituciones e investigadores han realizado estudios que resultan en estimaciones muy diferentes del volumen total de hidrocarburos que se derrama anualmente en el mar. Por no considerarlo indispensable, hemos preferido no comprometernos por ahora con ninguna de las estimaciones y solamente a fin de ilustrar el problema, con un afán cualitativo más que cuantitativo, se incluye la Figura 1-2.

Se trate de seis o de tres millones de toneladas de hidrocarburos descargadas al mar, el daño que esto produce es enorme y alcanza a miles de millones de dólares. De ahí que todo esfuerzo por prevenir y disminuir los daños sea plenamente justificado.

Otras dimensiones del problema pueden encontrarse en su relación con las infraestructuras nacionales que definen la capacidad de un país para legislar sobre la contaminación marina y su mecanismo para asegurar el cumplimiento de normas preventivas y la sanción a su violación. También, la experiencia señala que la mayoría (75% o más) de los accidentes en buques o terminales que terminan en derrames de petróleo, se debe a fallas humanas; la capacitación será entonces un ingrediente básico de la disminución del problema. Deficiencias en aspectos de seguridad marítima son otras causas de accidentes de buques que resultan a veces en derrames espectaculares, con frecuencia acompañados por pérdidas de vida humana y de la propiedad.

1-2a

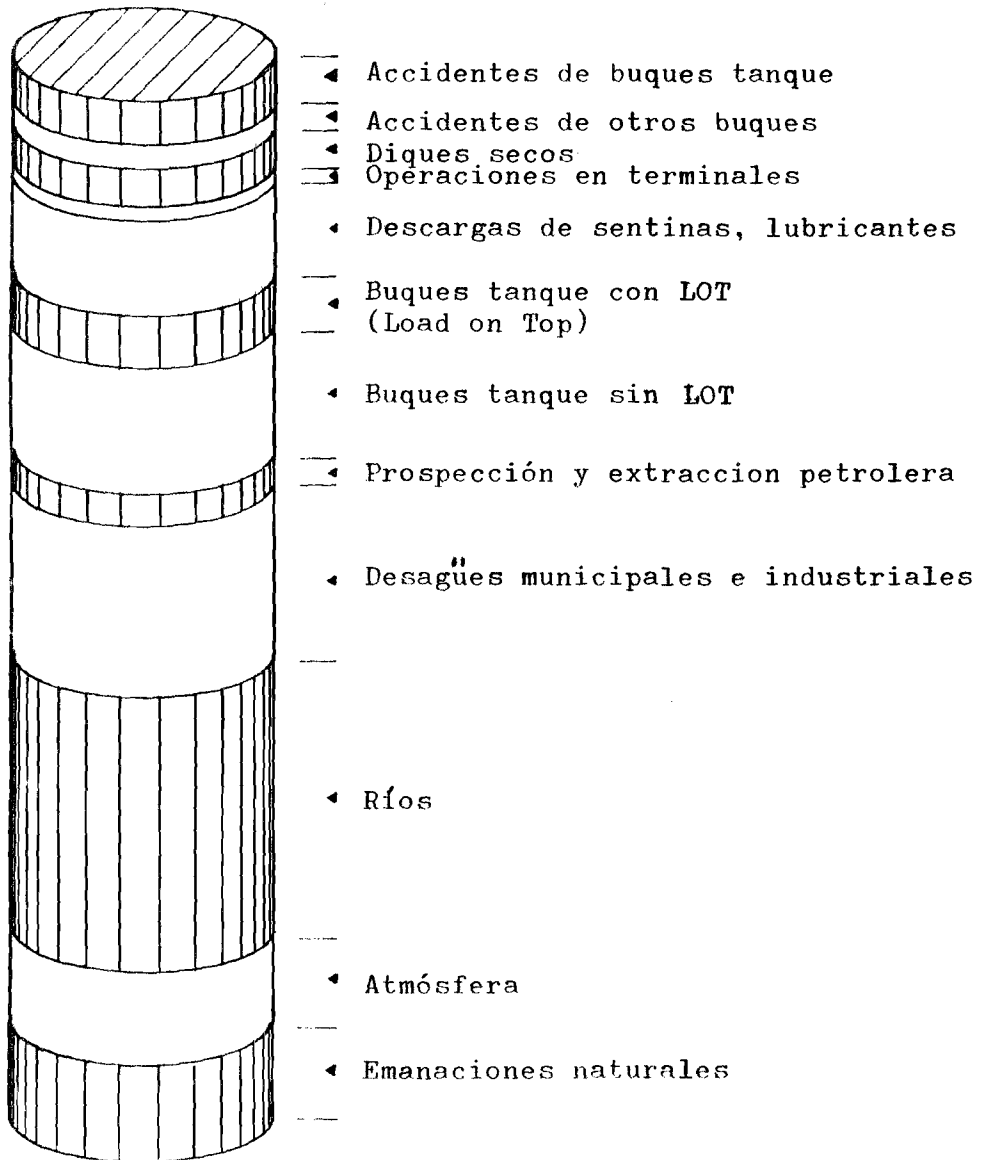


Figura 1-2: Fuentes de contaminación por hidrocarburos

Hemos visto que se trata de un problema de muchas facetas, no sencillo, y cuya solución debe tener también muchos ingredientes.

2. Derrames accidentales de petróleo

Las descargas accidentales de buques tanque son de dos tipos. Uno es el derrame en terminales, que ocurre durante la carga o descarga de un buque tanque. Estos derrames, aunque numerosos, constituyen un muy pequeño porcentaje del total de petróleo derramado. Sin embargo, pueden ser bastante serios ya que el petróleo se extiende dentro del área portuaria llegando rápidamente a la orilla y a las instalaciones costeras.

Mucho más importante es el segundo tipo de descargas: los accidentes de buques tanque en el mar. Estos pueden tener consecuencias dramáticas y devastadoras y son, ciertamente, "gran noticia". Los casos del Torrey Canyon (1967), el Metula (1974), el Argo Merchant (1976), el Urquiola (1976), el Amoco Cadiz (1978) y el Betelgeuse (1979) son algunos de los tantos ampliamente conocidos. Incidentes de este tipo, junto con el creciente desarrollo de la actividad petrolera en el mundo, han creado una alerta mundial en lo referente a los riesgos y daños asociados con los derrames de petróleo. Como el transporte, la industria y la población, continuarán requiriendo hidrocarburos y derivados como fuente de energía y materia prima, puede concluirse que la amenaza de contaminación por petróleo no parece que fuera a desaparecer en un futuro predecible.

La amenaza impuesta por los derrames de petróleo debe evaluarse desde distintos puntos de vista. En lo que se refiere a la medición del riesgo, puede considerarse indicadores tales como la frecuencia con que ocurren grandes derrames (los que no son muy numerosos) o la cantidad total de petróleo que se vierte anualmente en el mar en derrames accidentales de cualquier tamaño.

Con respecto a grandes derrames (mayores de 40,000 toneladas), a partir del Torrey Canyon (1967) las estadísticas por períodos muestran lo siguiente:

Cuadro 1

1967-1974	Promedio de 1.1 grandes derrames por año
1975-1979	Promedio de 3.2 grandes derrames por año



Foto 1 : El hundimiento del Torrey Canyon (1967)
marca el comienzo del desarrollo
de técnicas de control de derrames



Foto 1-2 Uno de los tantos accidentes marítimos que resultan en derrames de petróleo

Este significativo aumento, que en el largo plazo probablemente no se mantenga sino que se reduzca, puede deberse a la incorporación creciente de grandes buques tanque en la flota mundial.

En lo que se refiere al volumen total derramado por año en derrames de cualquier tamaño, el análisis debe hacerse desde dos puntos de vista:

a) Cifras absolutas. La Figura 1-3 muestra un considerable crecimiento en el número de derrames accidentales. Los años 1978 y 1979 fueron especialmente malos.

b) Cifras relativas. Considerando el aumento del transporte marítimo de hidrocarburos y el volumen de petróleo derramado, la situación parece ir empeorando, aunque esto es muy discutible de acuerdo a distintos estudios realizados.

Cuadro 2

TENDENCIA DE LOS DERRAMES DE PETROLEO A NIVEL MUNDIAL

Período	Promedio transportado 10 ⁶ ton/año	Promedio derramado 10 ³ ton/año	Derrame por 10 ³ ton transportada/año
1965-1969	1 051	166.4	0.158
1970-1974	1 650	237.9	0.144
1975-1979	1 726	431.9	0.250

En lo referente a la distribución geográfica de la contaminación marina y de los derrames se observa una estrecha relación con la ubicación de las principales rutas internacionales de navegación. Las Figuras 1-4 y 1-5 ilustran este fenómeno. Sin embargo, hay zonas costeras que han sufrido el impacto de grandes derrames sin estar ubicadas en rutas de navegación particularmente densas; uno de esos casos es el extremo su de la costa del Pacífico de Sudamérica.

3. Efectos de la contaminación por petróleo en los recursos costeros

3.1 Efectos en la ecología

Los efectos de una descarga de petróleo en el medio marino dependen de muchos factores, tales como: el tipo de hidrocarburo derramado, el volumen del derrame, la estación del año, las características ambientales (tempe-

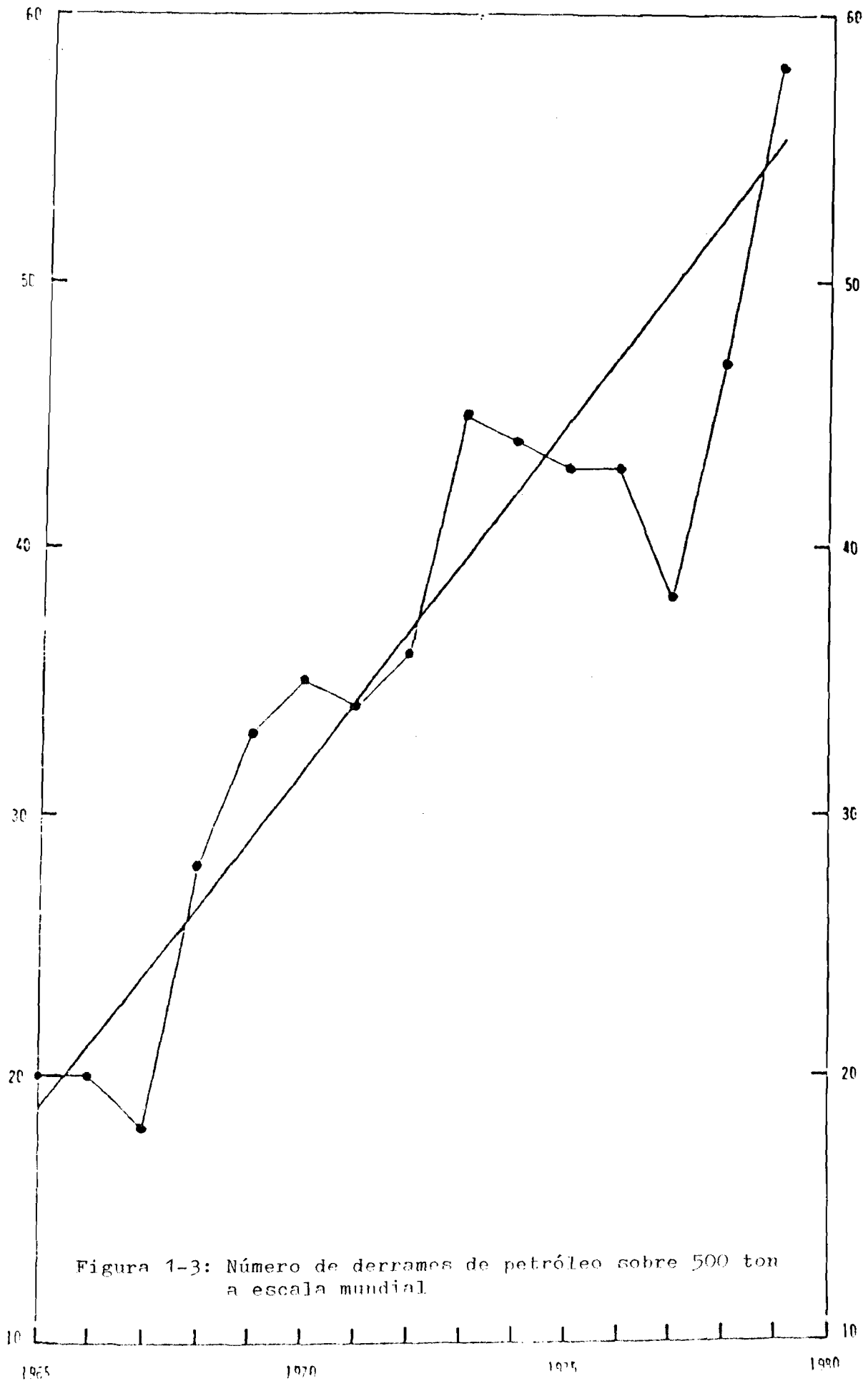
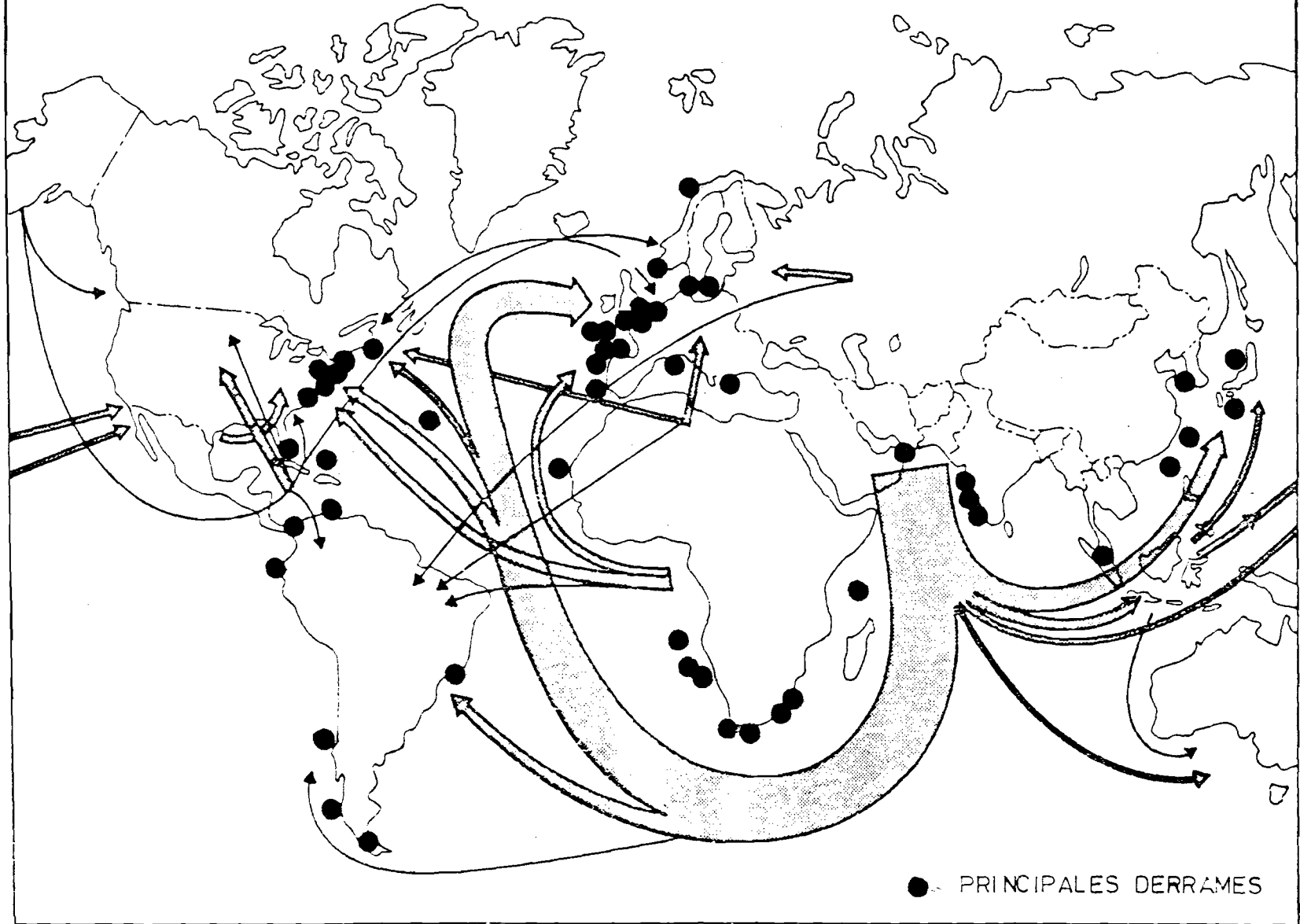


Figura 1-3: Número de derrames de petróleo sobre 500 ton a escala mundial.

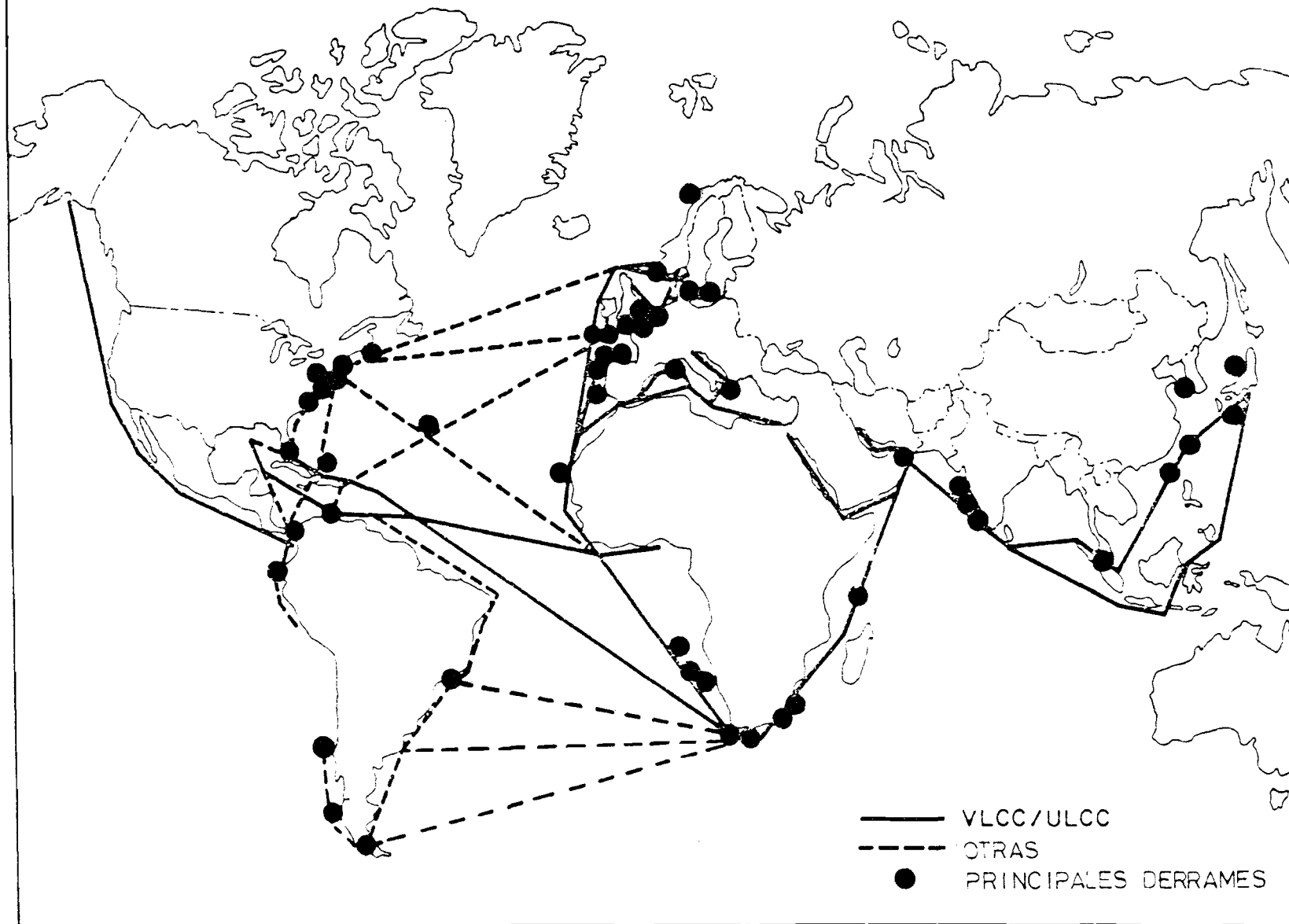
FIGURA 1-4
TRANSPORTE Y PRINCIPALES DERRAMES DE PETROLEO



1-4b

FIGURA 1-5

RUTAS MARITIMAS Y PRINCIPALES DERRAMES DE PETROLEO



ratura, oleaje, salinidad, corrientes, vientos, contenido de oxígeno) y estructura del ecosistema afectado. Tanto las descargas accidentales puntuales como las intencionales continuas, pueden tener graves efectos en la ecología.

Una mancha de petróleo en el medio marino puede producir los siguientes efectos físicos:

- a) eliminación de especies marinas o costeras sensibles
- b) efectos no letales en otras especies (deformaciones, comportamiento)
- c) absorción de petróleo en los tejidos
- d) cambios en el medio físico o químico
- e) contaminación en las playas

Los efectos ambientales de un derrame pueden clasificarse de acuerdo a su permanencia, como efectos inmediatos y efectos a largo plazo. Estos últimos son más difíciles de evaluar, generalmente por falta de estudios de base y a que en la mayoría de los casos el petróleo no es el único contaminante en el área afectada.

A nivel mundial, las aves marinas son los animales más afectados por los derrames de petróleo. Sin embargo, esto varía considerablemente de una región a otra. Los peces adultos parecen evitar efectivamente las áreas contaminadas cuando no se trata de aguas cerradas. Los efectos no letales son considerados más serios en el largo plazo que los casos de muerte directa que se producen inicialmente. Los peces juveniles, y más aún las larvas y huevos, al no poder (total o parcialmente) desplazarse están expuestos a la contaminación que los adultos; y al usarse dispersantes, el efecto negativo en ellos parece ser mayor. La escasa movilidad de los mariscos también los expone a los efectos contaminantes del petróleo, especialmente en áreas intermareales.

Los efectos en el plancton también son significativos, sin embargo la rapidez del proceso de reproducción disminuye los efectos a largo plazo.

Para la mayoría de las especies la recolonización de áreas contaminadas por petróleo puede tomar algunos años. Para algunas especies muy sensibles puede demorar décadas. El tiempo dependerá de muchos factores, entre ellos las técnicas de tratamiento o limpieza empleadas. La permanencia del petróleo en sedimentos, en concentraciones altas, alimentado por derrames operacionales continuos constituye el mecanismo de contaminación más serio. La contaminación accidental puntual tiene un efecto relativamente corto en general.

3.2 Efectos en la industria turística

La industria turística es en muchos casos un sector clave de la economía de un país. Un derrame de petróleo puede afectar considerablemente la actividad turística de una localidad o región. Las consecuencias en un balneario dependerán de las condiciones en que ocurra el derrame. Estas pueden ser serias, por ejemplo, cuando:

- a) el derrame contamina todas o gran parte de las playas de la localidad
- b) el viento arrastra el derrame a las playas por varios días
- c) el derrame ocurre durante la temporada turística
- d) la zona ha sufrido pequeños derrames previos, los que han sido muy conocidos
- e) se ha difundido ampliamente la noticia en los medios de comunicación

No siempre se presentan todas estas condiciones pero suelen ser bastante frecuentes. Los más afectados son los propietarios de hoteles, restaurantes, comercio local y los propietarios de casas de veraneo para arriendo o uso directo. En algunos casos el efecto de un derrame en estos sectores, medido en términos económicos, puede ser cuantioso a escala local o regional. Quizás una muestra pueda ser el efecto del accidente del Saint Peter (en 1976) en pequeñas comunidades turísticas en el área dañada.

3.3 Consecuencias para la industria pesquera

Un derrame de petróleo puede afectar a la industria pesquera en la zona en diversas formas:

- a) disminuyendo a anulando la captura (por migración de peces o por prohibición de captura)
- b) disminuyendo la demanda (por semanas o meses)
- c) contaminación o pérdida total de producción de acuicultura (viveros de mariscos, peces, etc.)
- d) contaminando el agua utilizada por la planta industrial

Los efectos en la industria pesquera resultan socialmente más graves al considerar que es la fuente de ingresos de sectores de población generalmente de muy escasos recursos.

3.4 Efectos en actividades de recreación

Estos pueden traducirse, entre otras cosas, en lo siguiente:

- a) deterioro de las posibilidades de bañarse y entretenerse en playas contaminadas
- b) deterioro de las posibilidades de hacer deportes acuáticos en el área afectada
- c) deterioro de la pesca deportiva (y a veces de la caza)

Estos efectos constituyen un serio problema en épocas de vacaciones, las que en muchos casos son planeadas y pagadas con anticipación.

3.5 Costos de medidas de restauración y otros costos

Estos deben incluir tanto costos de operaciones de combate del derrame como costos de limpieza. Hay costos fijos y variables y ellos dependen de muchos factores que se analizarán más adelante.

Los otros costos que deben considerarse incluyen los costos de investigación, capacitación e información sobre los efectos del derrame; costos para usuarios del agua (refrigeración industrial, desalinización); costos de accidentes o daños en la salud humana; daños en las algas marinas; costos de limpieza de embarcaciones deportivas, etc.

4. Respuesta frente a derrames de petróleo

Cuando ocurre un derrame, si se pretende reducir los daños económicos, ecológicos y en la vida humana, se deben tomar de inmediato ciertas medidas de precaución y correctivas.

La respuesta debe ser rápida, eficaz y económicamente eficiente. Para que ello sea factible es necesario que confluyan tres elementos primordiales:

- a) Que exista personal entrenado, que conozca las técnicas y equipos
Que haya un supervisor o Jefe de Operaciones con capacidad de evaluar la situación y opciones de respuesta.
- b) Que se disponga de materiales y equipos especiales para el control de derrames; y
- c) Que exista un adecuado Plan Nacional de Contingencia que haya previsto las condiciones más probables en que ocurre el derrames, los medios para combatirlo y las técnicas más adecuadas a cada circunstancia.

La respuesta a un derrame envuelve actividades secuenciales y también

simultáneas. Dependiendo de la magnitud del derrame el equipo de personas involucradas en las diferentes tareas puede ser muy amplio y multidisciplinario.

Las tareas a realizarse pueden incluir las siguientes:

- evaluar el incidente, recogiendo la información cuantitativa y cualitativa
- predecir el comportamiento de la mancha (evaporación, desplazamiento, extensión, etc.)
- medidas precautorias
- evaluación de los daños y preparación de demandas
- recuperación de gastos
- control del derrame en el mar
- protección de áreas críticas
- limpieza de playas y costas
- eliminación de desechos y residuos recolectados
- relaciones públicas e informes de prensa
- tratamiento de aves marinas
- seguridad en la escena del derrame
- aspectos logísticos - acceso de materiales y equipos a la zona del derrame
 - adquisición de materiales
- comunicaciones

En los siguientes capítulos del Manual se tratarán estos temas en detalle.

Como la mejor estrategia es la prevención del accidente marítimo, también se incluye un capítulo de aspectos de prevención. Además se incluye un glosario especializado de términos técnicos con su definición.

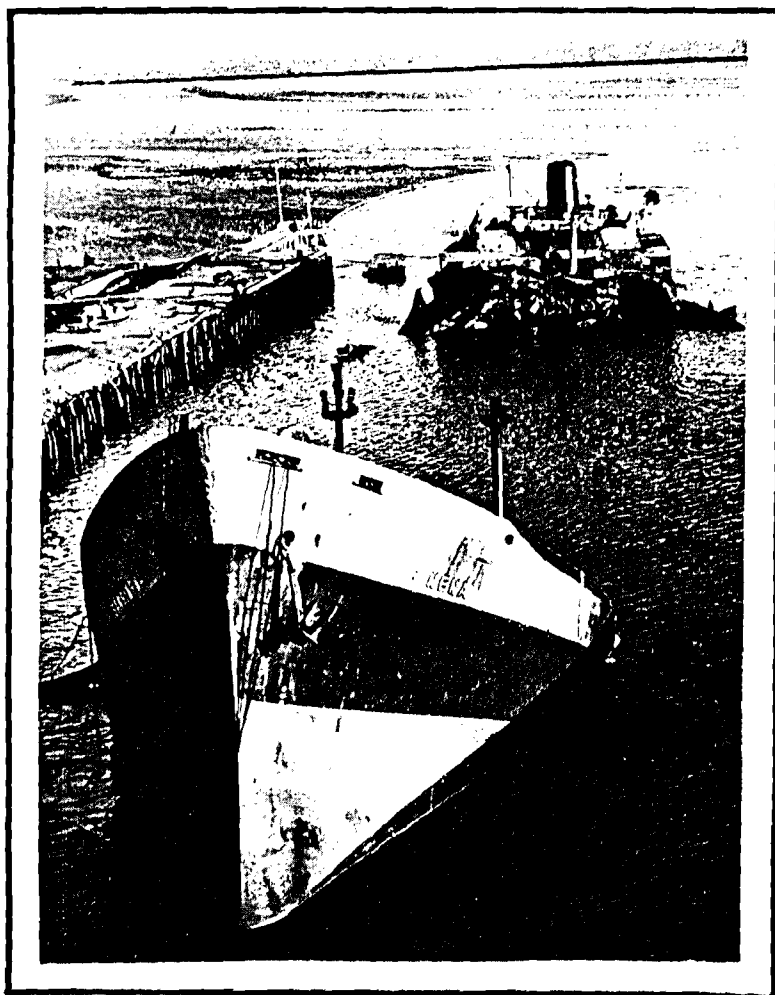
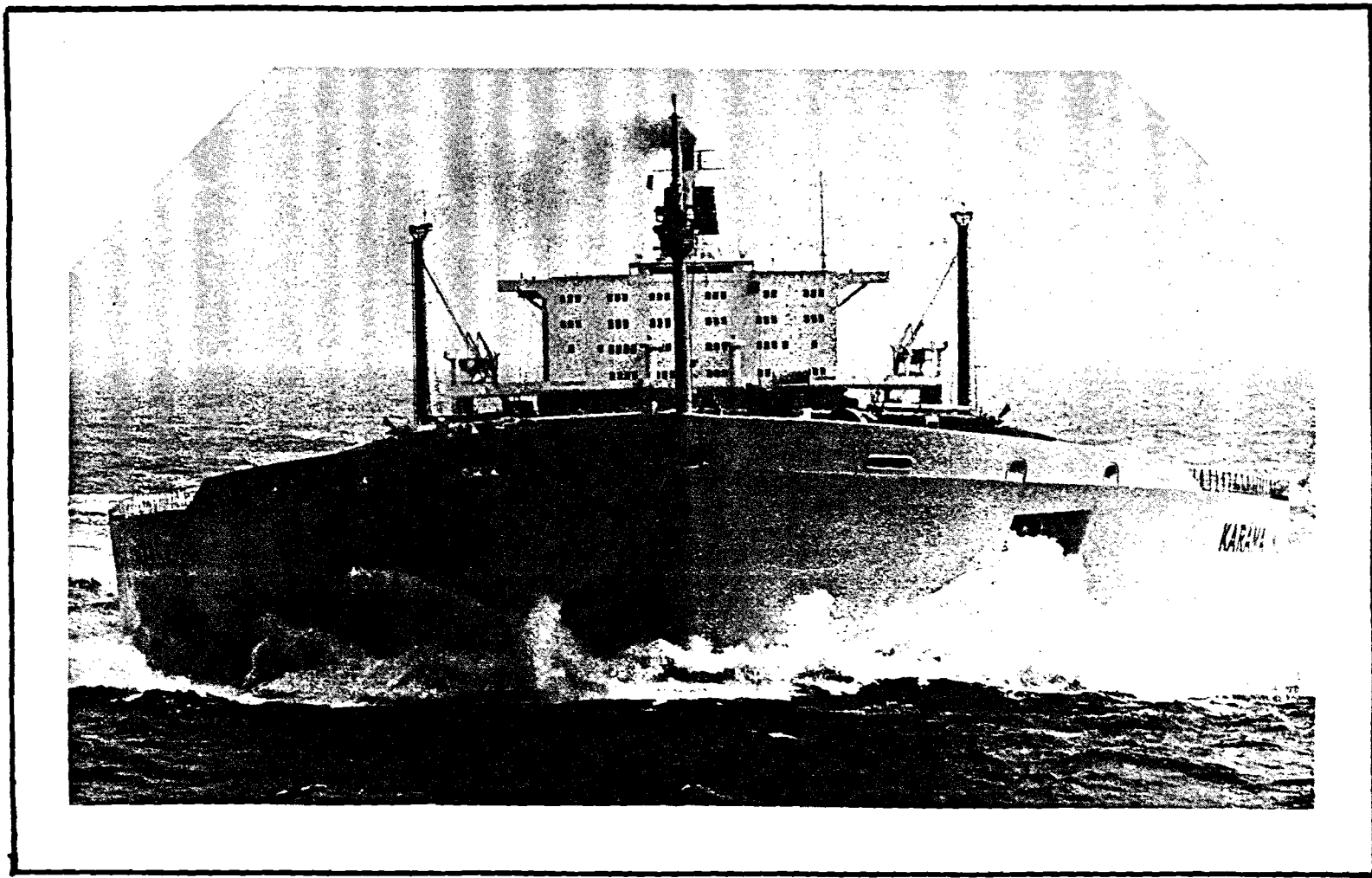


Foto 1-3 Accidente de un buque-tanque por explosión en un terminal, al no contar con sistema de gas inerte



1-8b

Foto 1-4 El menor costo unitario de transporte favorece el uso de enormes buques tanque (VLCC).

CAPITULO 2

TIPOS DE HIDROCARBUROS Y SUS CARACTERISTICAS
RELACIONADAS CON LA CONTAMINACION MARINA

Werner Baasch H.
Borys Didyk M.
Refinería de Concón Ltda.
Chile

1.- ORIGEN DEL PETROLEO .

El petróleo o aceite mineral se encuentra en la corteza terrestre en forma gaseosa, líquida o sólida. Frecuentemente aparece en más de una de éstas formas en un mismo lugar formando acumulaciones significativas que constituyen los yacimientos.

Los gases que frecuentemente acompañan al petróleo líquido y que se separan de éste a nivel de yacimiento son descritos como gas natural, la fracción líquida en cambio corresponde al petróleo crudo que se transporta de las áreas de producción o yacimientos a las zonas de refinación y consumo. El petróleo en su forma sólida o semisólida a temperatura ambiente es descrito como bitumen, asfalto o asfaltita.

El petróleo se encuentra generalmente asociado a rocas sedimentarias habiéndose detectado desde ocurrencias en superficie como afloramientos de bitumen, manantiales de petróleo líquido o emanaciones de gas, hasta depósitos a diferentes profundidades en el subsuelo.

El petróleo tiene su origen en la transformación diagenética de la materia de origen biológico finamente dispersa en los sedimentos de la corteza terrestre. Esta materia orgánica sufre transformaciones por efectos de temperatura, presión y tiempo generando una mezcla compleja de hidrocarburos que dan lugar a petróleo finamente disperso en el sedimento generador. Este petróleo disperso en su roca madre es capaz de migrar a través de los sedimentos y eventualmente acumularse en los poros de materiales sedimentarios porosos que encuentra a su paso. Conformando de esta manera los potenciales yacimientos de petróleo desde los cuales puede ser extraído posteriormente.

El petróleo es una mezcla compleja de hidrocarburos de diferentes tipos moleculares tales como: hidrocarburos alifáticos, lineales y ramificados; hidrocarburos nafténicos, monocíclicos y policíclicos; resinas y asfaltenos que constituyen complejos compuestos mixtos de los tipos anteriores y que alcanzan un alto peso molecular.

La composición del petróleo (Tablas I y II) depende de las características de la materia orgánica original a partir de la cual fué generado y de la severidad de los procesos de transformación a los que ésta ha sido sometida. De tal manera los petróleos contienen en general, los mismos compuestos individuales pero en distintas proporciones. Esta característica da lugar a petróleos de diferente composición y características.

.2 TIPOS DE CRUDO Y SUS CARACTERISTICAS BASICAS.

Los petróleos crudos están constituidos por mezclas de diferentes hidrocarburos puros, acompañados de trazas de algunos metales como níquel, vanadio, cobre y fierro, los cuales se encuentran en forma de compuestos químicos denominados quelatos y porfirinas. También los metales se encuentran formando parte de otros compuestos orgánicos que además contienen azufre, nitrógeno y oxígeno.

Los principales tipos de hidrocarburos presentes en los petróleos crudos son los denominados parafinas, cicloparafinas y aromáticos.

Las parafinas son hidrocarburos saturados de cadena lineal o con ramificaciones. Las cicloparafinas son estructuras saturadas en forma de anillo, los cuales pueden tener cadenas parafínicas sustituyendo algunos átomos de hidrógeno. Los hidrocarburos aromáticos son hidrocarburos no saturados constituidos por uno o más anillos de benceno con eventuales sustituciones.

Existe una clasificación de los tipos de petróleo crudo, la cual se reconoce como aceptable para una primera evaluación por parte del personal que se desempeña en la actividad petrolera. Esta clasificación agrupa a los crudos denominándolos como de base: parafínica, nafténica o intermedia.

La diferencia entre estos tipos de crudos reside en su composición química; en los de tipo parafínico predominan las estructuras moleculares de cicloparafinas altamente sustituidas con cadenas largas parafínicas, mientras que en los nafténicos predominan

estructuras cíclicas menos ramificadas.

Los crudos de base parafínica tienen en general poco azufre, permiten obtener buenos rendimientos en kerosene y diesel, dan aceites lubricantes de buena calidad, pero en cambio su gasolina es de bajo octanaje.

Los crudos de base nafténica tienen alto contenido de azufre, su rendimiento en gasolina es bajo pero de alto octanaje y permiten obtener aceptables rendimientos en asfaltos.

Los crudos intermedios tienen en general propiedades más cercanas a los de base parafínica, dan buen rendimiento en gasolina pero de bajo octanaje. Su contenido de azufre puede ser relativamente alto.

Los crudos que se procesan en la actualidad varían notablemente en cuanto a su composición, la cual va desde crudos muy livianos con alto contenido de gasolina hasta crudos pesados o asfálticos. Un sistema que permite calificar a los crudos desde este punto de vista es por medio de la gravedad API (American Petroleum Institute), la cual es una correlación con la gravedad específica. Los crudos livianos tienen gravedades API entre 32° y 40° API, mientras los crudos pesados lo tienen entre 22° y 15° API. Se denominan crudos extra-pesados aquellos cuyas gravedades API fluctúan entre 8° y 15°

3. PRODUCTOS REFINADOS.

Debido a las diferentes composiciones de los petróleos crudos, los productos obtenidos en dos refinерías pueden diferir tanto en su composición como rendimientos, dependiendo del tipo de crudo y de los procesos empleados para su refinación.

El método más importante empleado para separar los productos obtenibles del crudo es la destilación, y de ahí entonces que los productos pueden compararse entre sí de

acuerdo a sus rangos de destilación.

Estos productos entonces se comercializan bajo denominaciones internacionalmente aceptados en la actividad del petróleo y sus derivados, Tabla II.

Los productos que a continuación se señalan, corresponden a aquellos normalmente obtenidos, almacenados, transportados y comercializados para ser consumidos en las diferentes actividades industriales.

Gas Licuado. Corresponde a mezclas principalmente de propano y butano, líquidas a temperatura ambiente cuando se almacenan presurizados, pero que se vaporizan fácilmente al disminuirse ésta, generando un gas de usos industriales y domésticos ya conocidos.

Gasolinas. - Por lo general son una mezcla de gasolinas de destilación directa del petróleo crudo con gasolinas obtenidas de otros procesos de refinación. En estos productos, las propiedades que tienen relación con sus cualidades como combustible son las más importantes, y éstas son su rango de destilación, presión de vapor y octanaje, Tabla II.

Dentro del rango de destilación de un petróleo crudo, la gasolina es el producto más volátil después de los gases que éste pueda contener.

Kerosene. - Corresponde también a un producto de destilación directa y de un rango de destilación superior al de la gasolina, de ahí que sea un producto menos volátil que esta última, Tabla II. Sus aplicaciones principales son como combustible doméstico y carburante de motores.

Petróleo Diesel. - Es un producto terminado que sigue en rango de destilación al kerosene. Se emplea mayoritariamente como combustible para motores, Tabla II.

Petróleos Combustibles. - Corresponden a mezclas de productos residuales de la destilación del crudo con destilados como kerosene y petróleo diesel.

En estos combustibles no se especifica un rango de destilación, sino que otras propiedades como la viscosidad, punto de escurrimiento y de inflamación, por ser los que condicionan su aplicación como combustible, Tabla II.

2.4 DAÑOS POR CONTAMINACION DE PETROLEO.

Los niveles crecientes de explotación y consumo de petróleo y derivados han aumentado los volúmenes de estos productos que son transportados por mar o alcanzan zonas costeras con los inherentes riesgos de potenciales descargas al medio ambiente.

A pesar de que numerosos organismos marinos, el agua de mar y los sedimentos asociados contienen en forma natural hidrocarburos similares a los que se encuentran en el petróleo, su liberación masiva en concentraciones superiores a las que el ecosistema puede tolerar en forma natural, puede causar serias alteraciones y daños ambientales.

Entre los principales componentes de un sistema costero que pueden ser afectados por episodios de contaminación, podemos distinguir:

Agua y Sistema Ecológico. - En el agua el petróleo tiende a esparcirse formando un film delgado cuyo grosor depende de las características del petróleo y de las condiciones ambientales imperantes. De esta manera, los efectos de una pequeña cantidad de petróleo pueden extenderse a grandes extensiones de agua. Debido a esta característica del petróleo, el agua y el sistema ecológico asociado son los componentes más sensibles a las alteraciones causadas por episodios de contaminación. Pueden ser afectados por los efectos mecánicos asociados con una película de aceite sobre el agua que dificulta el intercambio de gases del sistema agua/aire; disminuye la tensión interfacial, cubre con una película de aceite el área intermareal, aglomera y destruye plancton y organismos flotantes, al afectar su flotabilidad.

Se ha podido establecer que los efectos tóxicos propiamente tales del petróleo en forma global son relativamente bajos y afectan a los diferentes organismos marinos en distinto grado. La toxicidad del petróleo depende también de sus características y

composición al presentar los diferentes tipos de hidrocarburos un diferente grado de toxicidad. Los efectos adversos de los componentes del petróleo sobre la biota marina van desde efectos letales directos a alteraciones del comportamiento, metabolismo y ciclos reproductivos. Esto puede conducir a la desaparición y/o reubicación de especies.

Playas y Rocas. En casos de derrames el área de playas y rocas se ve afectado principalmente en la zona intermareal que se ve expuesta al film de aceite que flota en el agua. El petróleo es varado sobre rocas y playa por efectos de viento y oleaje que producen acumulaciones de aceite, emulsión aceite/agua y residuos flotantes impregnados de aceite. Los daños potenciales afectan principalmente las comunidades biológicas de playas y rocas así como el uso recreacional de playas. En las playas la magnitud de los daños potenciales dependen de: altura de mareas, intensidad de viento, naturaleza y perfil de la playa, grado de penetración del producto, características y composición del producto.

Instalaciones físicas. - Las instalaciones físicas existentes en la zona costera y que pueden ser afectadas por derrames corresponden a instalaciones fijas, instalaciones flotantes y embarcaciones. Estas pueden ser afectadas por acción directa del contaminante ya sea por acción solvente, ensuciamiento de estructuras o limitación de actividades. Asimismo, la inflamación de productos combustibles en el área del derrame puede dañar instalaciones, restringir el uso del área amagada y extenderse a áreas originalmente no amagadas.

Incidencia de petróleo o productos. - La incidencia ambiental de un derrame está condicionada en gran medida por el tiempo de permanencia y la masividad del producto derramado. El petróleo y productos derivados de éste, al ser expuestos al medio ambiente sufren diferentes procesos naturales de alteración: son dispersados en el medio ambiente por disolución, evaporación, dispersión en agua e incorporación en sedimentos; son degradados por biodegradación, oxidación y fotooxidación.

Estos procesos naturales resultan en la disminución de la masa de petróleo, acortan el tiempo de exposición mitigando los efectos adversos del contaminante. Contribuyen además a su remoción y eventual eliminación.

La incidencia relativa de estos procesos en la modificación del contaminante depende de su composición y características. Así productos livianos de bajo punto de ebullición y baja viscosidad como gasolinas y kerosene, serán dispersados rápidamente por procesos de disolución y volatilización acortando el tiempo de acción del contaminante. Además, debido a su baja intensidad de coloración, los efectos visuales del derrame serán poco evidentes. Por el contrario, los productos oscuros tales como petróleo crudo y petróleos combustibles presentan una mayor proporción de componentes de baja solubilidad y baja volatilidad lo cual unido a una mayor viscosidad, dificulta la acción de dispersión y eliminación natural prolongando el tiempo de acción del contaminante. Además la intensa coloración de estos productos pesados los hace especialmente evidentes en forma visual, incluso a nivel de trazas a pesar de ser frecuentemente menos tóxicos que algunos productos livianos.

Así, en condiciones similares, los productos livianos pueden tener un efecto ambiental adverso más intenso pero de menos duración que los productos pesados. En general, es difícil establecer en forma confiable la extensión y significado de los efectos ambientales causados por diferentes productos.

5 INFLUENCIA DE CARACTERISTICAS DE PRODUCTOS EN OPERACIONES DE CONTROL Y LIMPIEZA.

Peso Específico.— Como se ha señalado anteriormente, en la actividad petrolera se aplica la gravedad en grados API, lo cual permite la calificación de un petróleo crudo como liviano si su gravedad es superior a 32° API, pesado si es inferior a 22° API y extra-pesado si es inferior a 15° API. Un crudo liviano contiene apreciables cantidades de productos como naftas y gasolinas, las cuales dependiendo de la temperatura ambiente y velocidad del viento se evaporarán en una primera etapa del derrame en mayor o menor grado.

Viscosidad.— La viscosidad del crudo y sus derivados varía entre amplios límites, según su naturaleza y su temperatura. Las gasolinas tienen viscosidades tan bajas y semejantes entre sí que esta propiedad generalmente no se menciona. Otro tanto puede decirse del kerosene y aun del petróleo diesel. Sin embargo, para los petróleos combustibles es una de las propiedades más importantes. Esta propiedad es una me-

dida indirecta de su resistencia a fluir, por lo cual será uno de los factores que condicionará la velocidad de propagación del derrame en la superficie del mar.

Punto de Inflamación. - Es un indicador de la seguridad de manipulación del crudo y derivados y de los consecuentes riesgos de incendio. El punto de inflamación corresponde a la mínima temperatura a la cual los vapores desprendidos de un crudo o derivado pueden inflamarse en presencia de una llama.

En consecuencia, los productos que se encuentran a temperaturas inferiores a su punto de inflamación pueden manipularse sin mayor peligro.

Es el punto de inflamación también un índice del contenido de compuestos livianos, ya que será más bajo expresado en grados °C o °F cuanto mayor sea el contenido de estos compuestos livianos en el producto derramado. Los petróleos crudos, gasolinas y solventes tienen puntos de inflamación cercanos a la temperatura ambiente, mientras el resto lo tiene superior, aumentando desde el kerosene al petróleo combustible.

Punto de Ecurrimiento. - Esta es una propiedad relacionada con el contenido de parafinas de un producto y normalmente se especifica solamente para productos pesados al permitir preveer su comportamiento a bajas temperaturas.

El ensayo indica la temperatura a la cual precipitan las parafinas del producto, impidiendo que éste escurra. En los productos que no contienen parafinas, la facilidad de escurrir del producto depende solamente de la viscosidad, ya que ésta puede aumentar a tal grado por disminución de la temperatura, que el producto finalmente escurre con mucha dificultad.

Tensión Superficial. - Existen en el mercado determinados productos químicos cuyos agentes activos se denominan dispersantes, los cuales tienen por objeto disminuir la tensión interfacial del contacto aceite-agua y acelerar los procesos de dispersión del contaminante en el medio acuoso.

Si se aplica energía de mezcla, estos productos promueven la dispersión del producto derramado en forma de pequeñas gotas, con lo cual la mayor superficie expuesta del producto permite aumentar los procesos de evaporación, oxidación y biodegradación.

Adsorción.— Se dispone en la actualidad de varios materiales para limpieza de derrames como ser: esponja de plástico, desechos de algodón, pasto, etc.. En general, mientras menor sea la densidad del material, mayor cantidad de producto puede recoger por unidad de peso. Sin embargo, aunque en una primera etapa estos materiales flotan debido a su baja densidad, paulatinamente los espacios de aire que le daban flotabilidad se van llenando con agua y crudo, provocando su hundimiento.

Solamente algunos productos como el polietileno o polipropileno, en forma de esponja, pueden flotar indefinidamente, y adsorber petróleo crudo en su superficie.

Las técnicas usualmente empleadas aprovechan estos materiales en forma de cabos o cintas que pueden introducirse a la capa de producto derramado para recuperar este último y reutilizar el material adsorbente.

Formación de Emulsiones.— Por efecto del oleaje se produce una dispersión natural del producto derramado, sin embargo, en algunas oportunidades, dependiendo del tipo de crudo, del oleaje y de si el volumen derramado es grande, este proceso resulta en la formación de emulsiones de agua en aceite, conocidas también como "mousse", las cuales pueden llegar a tener hasta 70% de agua. Estas emulsiones por su mayor viscosidad provocan una disminución de la velocidad de propagación del derrame.

2.6 IDENTIFICACION DE DERRAMES Y PRODUCTOS.

En casos de contaminación de aguas y zonas costeras por derrames de petróleo o derivados, es frecuentemente necesario establecer una correlación inequívoca entre un contaminante y alguna de las posibles fuentes. En algunos casos, éste es posible en base a evidencia circunstancial pero generalmente es necesario recurrir a procedimientos más complejos para identificar el agente contaminante y establecer su origen.

Una identificación correcta del contaminante permitirá delimitar las responsabilidades involucradas, adoptar las medidas correctivas y eventualmente aportar antecedentes en los procedimientos legales derivados del episodio de contaminación.

En muchos casos la identificación de un contaminante y la correlación con su fuente es un proceso difícil que requiere el empleo de diferentes técnicas instrumentales. Esta dificultad se debe a la conjunción de factores como: semejanzas existentes entre los productos comerciales, multiplicidad de las fuentes emisoras, alteraciones ambientales que sufren los productos después de su liberación al medio ambiente, disponibilidad de muestras y movilidad de las posibles fuentes emisoras del contaminante.

En la caracterización de un contaminante e identificación de la fuente de que procede se pueden diferenciar etapas básicas como muestreo y análisis.

2.6.1. - Muestreo. - En casos de derrame es indispensable que se efectúe un muestreo representativo del contaminante y de todas sus posibles fuentes dentro de un plazo breve de tiempo. Es deseable que el muestreo sea realizado por personal calificado, que asegure la representatividad de la muestra, que asegure su sellado, rotulación y custodia hasta su análisis.

En potenciales situaciones de conflicto es conveniente coleccionar muestras testigo paralelas.

Antes de comenzar los análisis de caracterización es conveniente disponer de todas las muestras involucradas para emplear técnicas analíticas compatibles y comparables entre sí.

El tamaño de la muestra es preferiblemente hasta de 500ml del producto en caso de estar éste disponible en forma masiva. Se pueden efectuar diversas caracterizaciones con muestras del orden de 2 a 10 ml y ocasionalmente con cantidades menores pero la disminución progresiva del tamaño de la muestra aumenta las dificultades analíticas y disminuye su representatividad.

La muestra después de colectada deberá ser envasada en un recipiente adecuado que garantice su preservación evitando alteraciones posteriores a su recolección.

La forma específica de muestreo que se deba emplear en cada caso depende de las condiciones ambientales, características y estado del contaminante; sustrato sobre el que se encuentra depositado e inclusiones de origen ambiental que ha incorporado. Existen métodos normalizados propuestos por diferentes organismos internacionales para normalizar los diferentes procedimientos de muestreo y preservación. Entre estos es posible señalar los desarrollados por el Servicio Guardacostas de U.S.A. (NTIS-ADA-003803) y la American Society for Testing and Materials, ASTM (D-3325 y D-3326).

2.6.7.- Análisis del Contaminante.— No existe una técnica general y única que permita en todos los casos identificar en forma inequívoca a un contaminante y correlacionarlo con su origen. Normalmente es necesario emplear un conjunto de técnicas que permitan obtener diferentes tipos de información sobre el contaminante y sus potenciales fuentes. En general a medida que aumenta la cantidad y calidad de la información analítica obtenida es mayor la probabilidad de efectuar una identificación y correlación correcta.

a) Propiedades Generales.— La determinación de algunas de las propiedades generales del contaminante contribuye establecer en forma general el tipo de producto de que se trata y señalar hacia algunas posibles fuentes. Las propiedades generales a determinar están relacionadas con las especificaciones del producto comercial original y son: peso específico, punto de inflamación, punto de escurrimiento, rango de destilación, factor de caracterización, cenizas, asfaltenos y otros. Para estos análisis se emplean los mismos métodos normalizados usados para las determinaciones de especificaciones y que están regulados por ASTM u otros organismos equivalentes.

También se puede emplear el análisis elemental determinando los contenidos de azufre, nitrógeno, carbono e hidrógeno entre los elementos mayores. Al nivel de elementos trazas los más usados son los contenidos de níquel, vanadio, cobre, zinc, calcio, bario y otros elementos menores que son propios del producto o de aditivos que contiene.

Estos elementos pueden ser determinados por absorción atómica, espectroscopía de emisión o fluorescencia de Rayos X.

b) Composición Molecular. – Si bien los distintos petróleos presentan una gama similar de componentes, las proporciones relativas de éstos son diferentes y pueden ser empleados con fines de identificación y correlación. Entre las más empleadas es posible señalar: espectroscopía infrarroja, cromatografía de gases y espectrografía de masas que determinan características a nivel molecular.

El empleo de estas técnicas requiere generalmente una preparación previa de la muestra que puede consistir en remoción de agua y partículas extrañas, extracción por solventes, destilación y estabilización; fraccionamiento por cromatografía en capa fina y aducción con úrea para obtención de diferentes tipos moleculares.

Los espectros infrarrojos de diferentes contaminantes petrolíferos del mismo tipo son relativamente similares entre sí. En muchos casos sólo presentan pequeñas variaciones en las intensidades de las bandas de absorción debidas a los diferentes grupos estructurales del productos. Se emplean las bandas tipo de mayor poder diagnóstico y se comparan las razones de sus intensidades. El empleo de espectrofotómetros computarizados permite la comparación digital de los espectros y mejora las posibilidades de identificación. La espectroscopía infrarroja presenta las ventajas de rapidez, bajo costo y de emplear equipos relativamente simples pero posee una especificidad menor que la cromatografía de gases, Fig. 1.–

En estudios de contaminación la cromatografía de gases se realiza usualmente en columnas de baja polaridad que permiten separar los componentes de la muestra según su punto de ebullición. El cromatograma obtenido consiste en uno o dos máximos no resueltos que varían con el contenido nafténico del crudo y una secuencia de compuestos resueltos que corresponden a compuestos como n parafinas e isoprenoides. El uso de columnas capilares de alta eficiencia permite mejorar el grado de resolución y aumentar la especificidad de la caracterización. Fig. 2.–

Generalmente se emplean detectores de ionización de llama que dan una respuesta proporcional a los compuestos hidrocarbonados, el empleo en paralelo de un detector foto-

métrico sensible a los compuestos de azufre permite obtener una doble traza de mayor especificidad. Figura 2.

Por cromatografía de gases se puede determinar el rango de hidrocarburos presentes en la muestra, tipificar el producto y establecer correlaciones genéticas. Permite estimar el grado de alteración ambiental relativo y establecer su posible efecto sobre otras propiedades del producto. Permite la identificación y determinación del contenido de compuestos de mayor estabilidad ambiental lo que facilita la comparación de contaminantes con diferente grado de alteración ambiental que frecuentemente es uno de los mayores problemas en este tipo de estudios.

La espectrometría de masas entrega información estructural a nivel molecular y pesos moleculares de los componentes de un producto. Permite determinar los tipos de hidrocarburos en mezclas complejas de alcanos, cicloalcanos y aromáticos.

Puede ser empleada en forma directa (MS) o acoplada a un cromatógrafo de gases (GC-MS) lo que aumenta su potencialidad y especificidad de la información obtenida. La fragmentografía de masas que consiste en el análisis computerizado de la información obtenida por GC-MS permite comparar las abundancias relativas de numerosos fragmentos de alta especificidad, permite mejorar considerablemente las posibilidades de identificación y correlación correcta de un contaminante.

Por espectrometría de masas es posible determinar las abundancias de los isótopos estables del carbono ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) y del azufre ($^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$) que son propiedades constitucionales intrínsecas de los petróleos crudos y permiten diferenciar productos muy similares en otros aspectos.

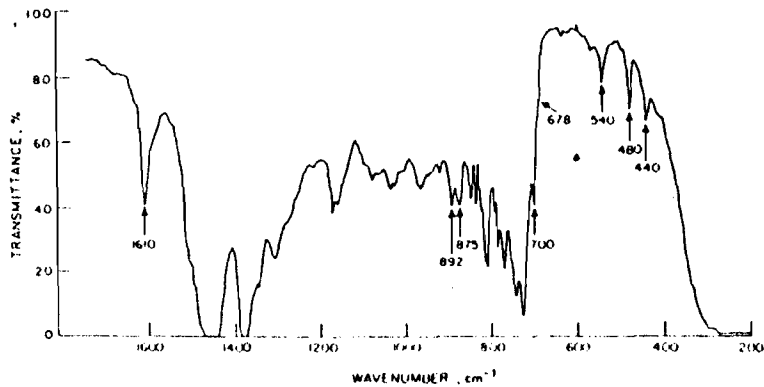
A pesar de su alto potencial la espectrometría de masas presenta los inconvenientes de ser una técnica relativamente compleja y emplear equipos de costo alto.

C.- IDENTIFICACION Y CORRELACION DE CONTAMINANTES.

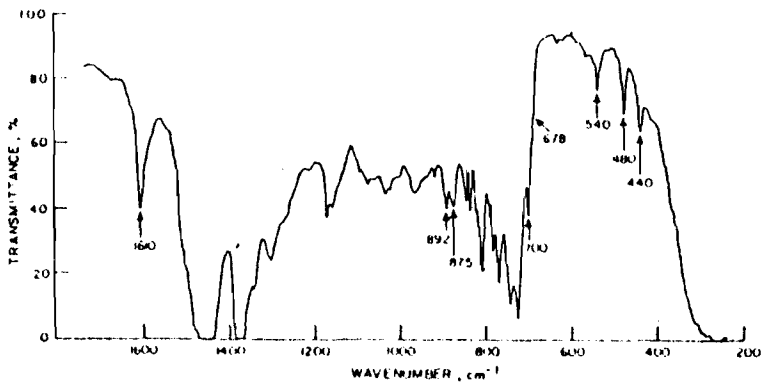
La última etapa de un estudio de contaminación es la identificación del producto y su correlación con la fuente que lo originó. Esta última etapa es frecuentemente difícil

y si bien en algunos casos no es posible establecer en forma inequívoca la fuente precisa del contaminante, es normalmente posible establecer más allá de toda duda razonable que dos productos no tienen un origen común y proceder por descarte.

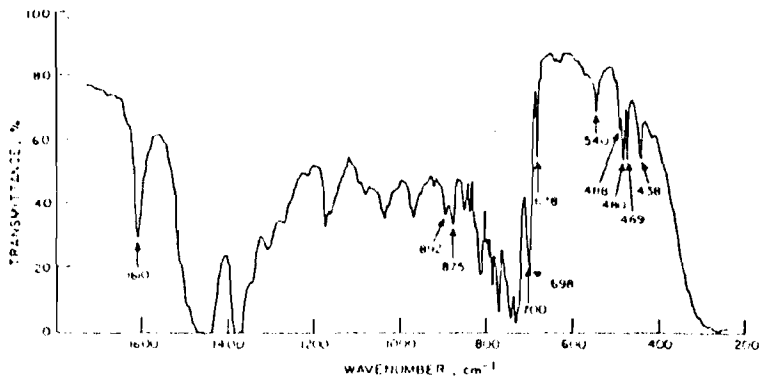
En la interpretación de la información analítica obtenida hay que considerar la incidencia de la exposición ambiental sobre las diferentes características del producto y que pueden cambiar significativamente su composición. De esta manera los restos de una contaminación con kerosene pueden ser similares a un petróleo diesel y un petróleo crudo expuesto tiende a semejarse a un petróleo combustible residual. En general, una multiplicidad de análisis, el empleo de diversas técnicas y un adecuado muestreo facilitan el procedimiento de identificación y correlación del contaminante.



(a) POLLUTANT SAMPLE



(b) OIL A



(c) OIL B

Figura 2-1 Espectros infrarrojo de un contaminante y dos petróleos de referencia. Según: E. Adlard y otros Science and Industry 15, 15-18, 1980.

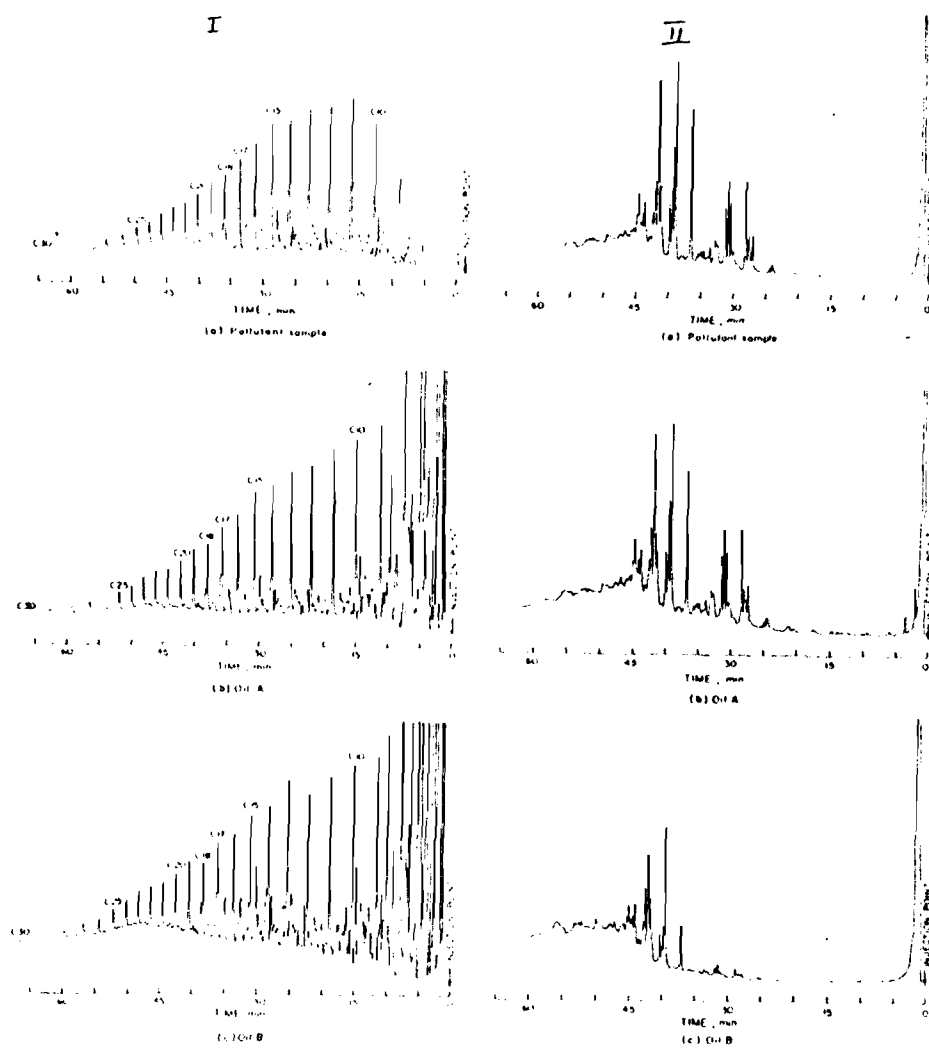


Figura 2-2 Cromatogramas de contaminante y dos crudos de referencia.
 I Detector de ionización de llama
 II Detector fotométrico de azufre.
 Según: Adlard y otros, 1980.

2-15
TABLA A

COMPOSICION QUIMICA DEL PETROLEO.

COMPOSICION ELEMENTAL: (1)

Carbono	%	82,2	-	87,1
Hidrógeno	%	11,7	-	14,7
Azufre	%	0,1	-	5,5
Nitrógeno	%	0,1	-	1,5
Oxígeno	%	0,1	-	4,5

Elementos Trazas ppm < 1 - 5000
(V, Ni, Cu, Fe y otros)

COMPOSICION MOLECULAR: (2)

Hidrocarburos Alifáticos	33.3
Hidrocarburos Nafténicos	31.9
Hidrocarburos Aromáticos	34.8

(1) Valores Tipo

(2) Media de 517 Petróleo Comerciales.

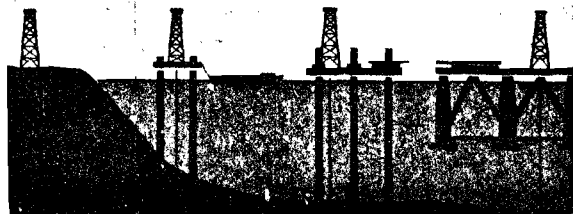
T A B L A BRANGOS PROPIEDADES DE PETROLEO CRUDO Y DERIVADOS.

<u>Propiedad</u>	<u>Petróleo Crudo</u>	<u>Gasolinas</u>	<u>Kerosenes</u>	<u>Petr. Diesel</u>	<u>Petr. Combust.</u>
API	18 - 45	60 - 64	43 - 46	33 - 39	11 - 18
Peso Específico	0.98 - 0.79	0.737- 0.725	0.78- 0.80	0.83-0.86	0.94 - 0.98
Azufre, % Peso	0.10- 3.0	0.06 - 0.12	0.06- 0.14	0.3 -0.6	1 - 3
Destilación ASTM, °F					
PIE	100 - 120	95-104	300-320	350 - 440	--
10%	-	120-150	320-350	--	--
50%	-	200-150	360-380	530-570	--
90%	-	270-330	-	640 - 670	--
PFE	650-700	360-390	440-500	690-720	--
Pto. Inflamación, °F	--	-	105-130	140-200	160 - 200
Pto. Ecurrim. °F	-10-45	-	-	15-30	30- 60
Viscosidad SSU 100° F (SSF 122° F)		-	-	37-40	(270 - 300)
Vanadio ppm	3-400	-	-	-	-
Níquel ppm	2-70	-	-	-	-
Nitrógeno % Peso	0.02-0.40	-	-	-	-

Nota. - Estos rangos de variación de las propiedades indicadas son estimados, por lo que cada caso en particular dependerá del tipo de crudo, de los rendimientos obtenidos y de los procesos empleados para su refinación.

SPECIFICATIONS OF CRUDE OILS.

Category	Country	Type	Loading Terminal	Density D15/4	Viscosity cSt 100°F	Pour Point °F	Pour Point °F Residue 200°C	Distillation ASTM °C		
								20%	30%	40%
1. High wax content	Gabon	Gamba	Sette Cama	0.872	28.5	86		269	—	—
		Es Sider	Es Sider	0.841	5.7	48		152	200	253
	Libya	Libyan high pour Sarir	Ras Lanuf	0.846	12.7	70	not relevant	187	244	—
			Marra el Alariga	0.847	11.9	75		178	242	292
	Nigeria	Nigerian light	Bonny	0.844	3.59	70		157	203	246
	Egypt	El Morgan	Ras Shukhair	0.874	13.0	55		185	240	298
2. Moderate wax content	Qatar	Qatar	Umm Said	0.814	2.55	0	40/50	133	170	211
		Qatar marine	Halul Island	0.839	4.1	10	40	146	187	233
	USSR	Muhanovo		0.835	4.18	32	55	149	192	236
		Romashkinskaya	Novorossiisk	0.859	6.9	25	40/45	159	210	265
	Algeria	Zarzaitine	La Skirra	0.816	4.56	5	40	143	183	234
	Libya	Brega	Marsa el Brega	0.824	3.6	0	45	142	186	237
		Zueitina	Zueitina	0.808	2.9	10	50	129	159	194
	Iran	Iranian light	Kharg Island	0.854	6.6	25	50	157	206	257
		Iranian heavy	Kharg Island	0.869	10.2	19	45	158	213	270
	Iraq	Northern Iraq	Tripolis/Banias	0.845	4.61	5	50	142	184	240
	Abu Dhabi	Abu Dhabi	Djebel Dhanna	0.830	3.42	0	40/45	143	181	223
		Abu Dhabi — Zakum	Das Island	0.825	2.9	5	45	124	166	212
		Abu Dhabi — Umm Shaif	Das Island	0.840	3.8	5	40/45	134	178	218
	Norway	Ekofisk		0.847	4.5	25	50	140	200	240
	3. Low wax content	Algeria	Hassi Messaoud	Bougie	0.802	1.95	<-22	<40	118	148
Arzew			Arzew	0.809	2.4	<-22	<40	128	163	197
Nigeria		Nigerian medium	Bonny	0.907	14.1	<-22	<40	251	275	300
		Nigerian export	Forcados	0.872	5.8	<-22	<40	189	228	268
Kuwait		Kuwait	Mina al Aghmari	0.869	10.6	-1	<40	164	218	282
Saudi Arabia		Arabian light	Ras Tanura/Sidon	0.851	5.45	<-22	<40	159	205	258
		Arabian medium	Ras Tanura/Sidon	0.874	9.7	5	<40	169	225	283
		Arabian heavy	Ras Tanura/Sidon	0.887	19.1	<-22	<40	200	257	—
Neutral Zone		Kafji	Ras el Kafji	0.888	18.1	-22	<40	185	254	—
Iraq		Southern Iraq	Fao/Hohr al Amaya	0.847	5.78	9	<40	165	210	263
Oman		Oman	Mina al Fahal	0.861	8.7	-17	<40	175	233	283
Venezuela		Tia Juana medium	Puerto Miranda	0.900	16.8	<-22	<40	224	285	—
4. Very low wax, highly viscous	Venezuela	Bachaquero	Puerto Miranda	0.978	1280	5/19	—	—	—	—
		Tia Juana pes	Puerto Miranda	0.980	2983	27	—	—	—	—



COMPOSICION QUIMICA DEL PETROLEO

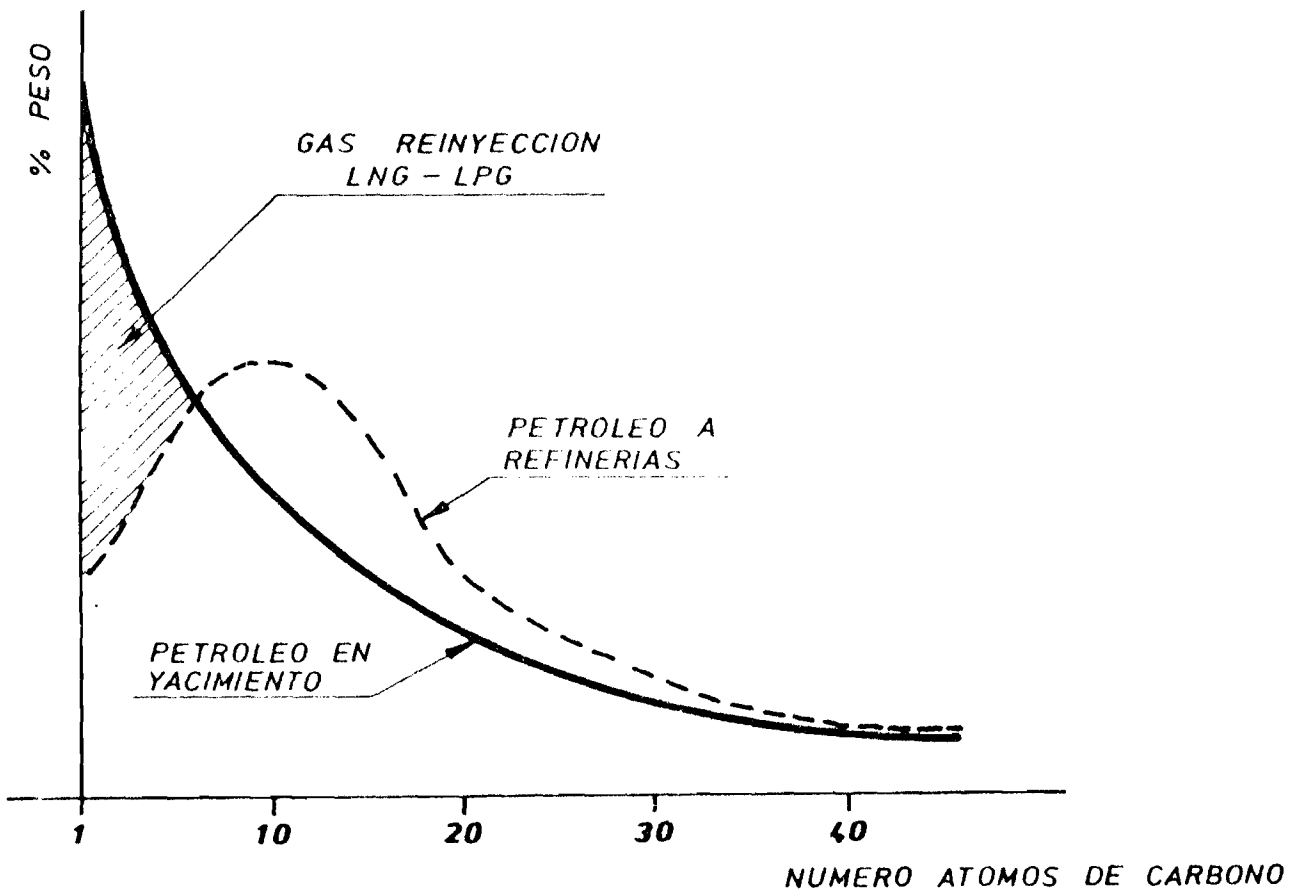
2-18

COMPOSICION ELEMENTAL :

Carbono	%	82,2 - 87,1
Hidrógeno	%	11,7 - 14,7
Azufre	%	0,1 - 5,5
Nitrógeno	%	0,1 - 1,5
Oxígeno	%	0,1 - 4,5
Elementos Trazas	ppm	<1 - 5000 (V, Ni, Cu, Fe y otros)

COMPOSICION MOLECULAR :

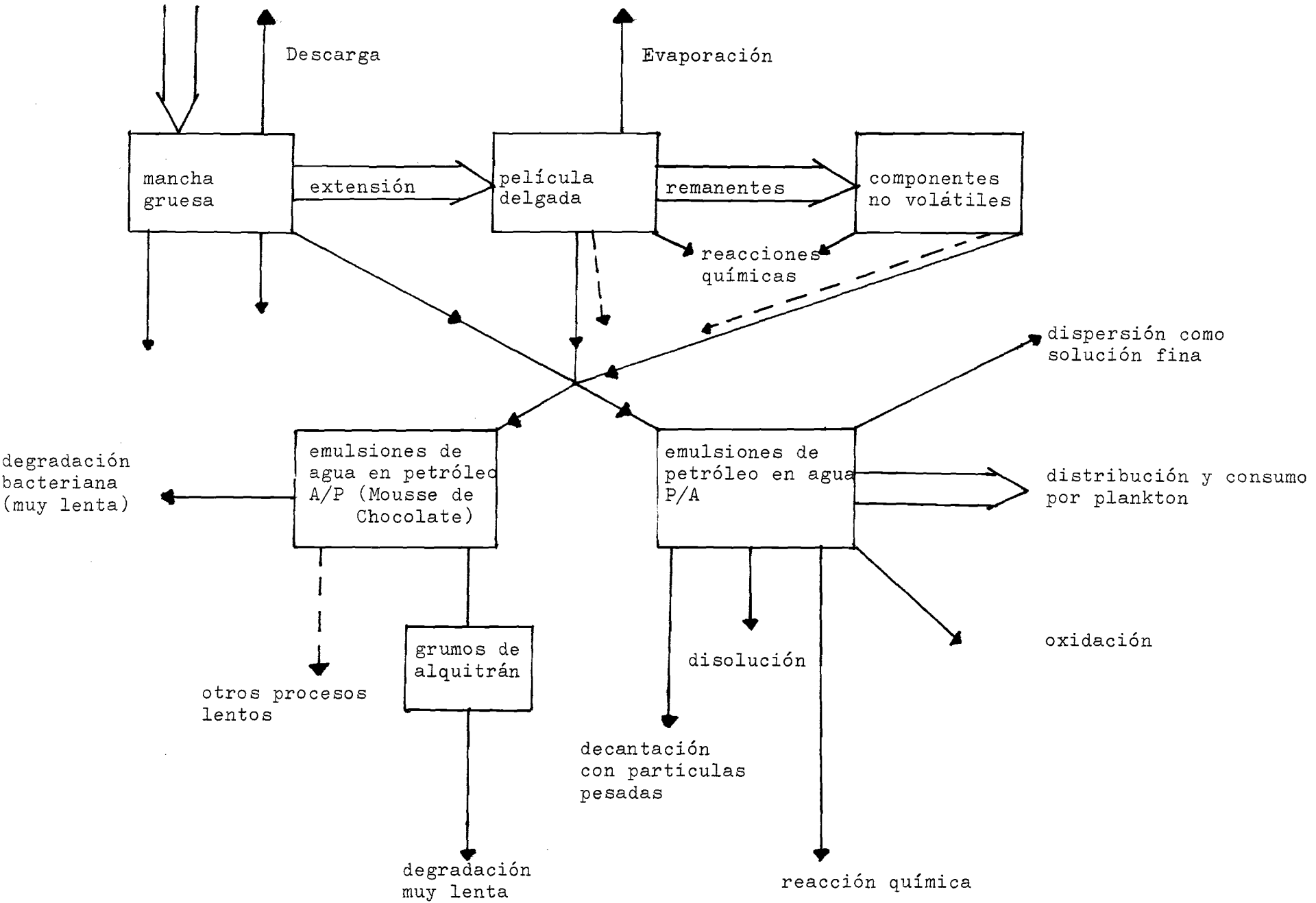
Hidrocarburos Alifáticos	33,3
Hidrocarburos Nafténicos	31,9
Hidrocarburos Aromáticos	34,8



CAPITULO 3

PREDICCIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL PETRÓLEO

DERRAMADO EN EL MAR



3-1 b

FIGURA 3-2 - Procesos de degradación del petróleo en el mar

3.2. EXTENSION DE UN DERRAME DE HIDROCARBUROS (SPREADING OF AN OIL SPILL)

El primer fenómeno que puede observarse cuando ocurre un derrame en el mar, es la tendencia del hidrocarburo a extenderse sobre la superficie del agua formando una delgada película; ver figura 3-3. La única excepción a la regla la constituyen ciertos crudos y aceites residuales pesados que tienen una gravedad específica superior a la del agua, e hidrocarburos con un punto de fluidez más alto que la temperatura ambiente (esto podría ocurrir en zonas muy heladas); estos hidrocarburos tienden a solidificarse y formar grumos de alquitrán. La expansión horizontal de la mancha sobre la superficie del agua ocurrirá aún en ausencia total de vientos y corrientes marinas, y se debe a la interacción de varias fuerzas involucradas en el proceso.

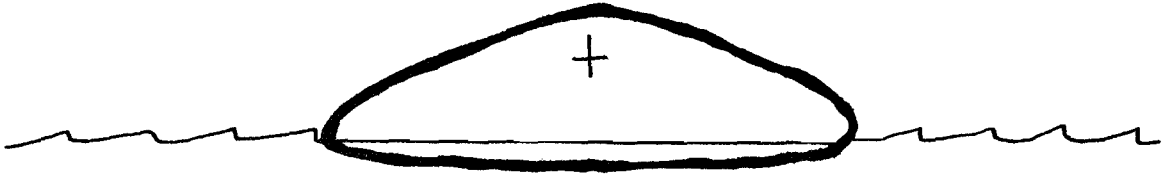
Para predecir la extensión de un derrame se han propuesto varios modelos. El más reciente y promisorio parece ser el llamado "SLIKFORCAST", preparado por una organización de compañías petroleras y que requiere de un computador corriente. Como todo modelo computacional, su calidad depende de la calidad de la información con que se alimenta al modelo. En países en desarrollo, la limitada infraestructura disponible, generalmente no permite obtener toda la información requerida, o al menos los datos son insuficientes y de dudosa calidad. Además, normalmente estos países son muy extensos y se requerirá un gran volumen de datos. Finalmente, no siempre puede contarse con un terminal de computación "a mano". Por lo tanto, todavía no parece haber llegado el momento para un uso generalizado de este modelo en países de América Latina, y con el nivel de información disponible bastaría con un modelo "manual".

El método de Fay (1971), no obstante sus limitaciones e imprecisiones, puede ser de gran utilidad al dar una primera idea de la extensión de un derrame, al menos en su orden de magnitud. Este modelo considera tres fases distintas en el proceso de expansión horizontal de la mancha:

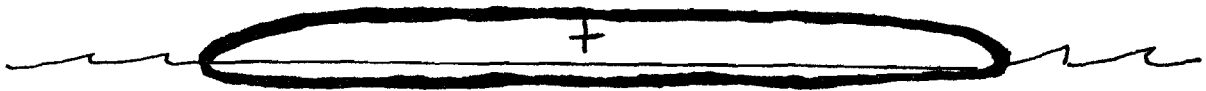
- 1a. Fase: donde el proceso es controlado por fuerzas de gravedad que es contrarrestada por fuerzas de inercia.
- 2a. Fase: donde la expansión continua su proceso debido a fuerzas de gravedad pero ante la resistencia de fuerzas viscosas, y
- 3a. Fase: donde el proceso es fundamentalmente controlado por la diferencia entre la tensión superficial del hidrocarburo y del agua.

De manera que las fuerzas que promueven la expansión de derrame son las fuerzas de gravedad, mientras fuerzas inerciales y

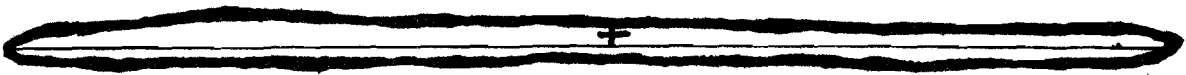
3-2 a



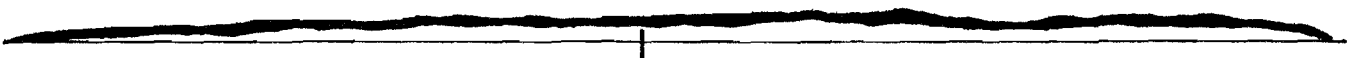
(a)



(b)



(c)



(d)

FIGURA 3-3 - Proceso de extensión de una mancha de petróleo

la viscosidad retardan el proceso. La diferencia de tensión superficial inicialmente promueve la expansión pero posteriormente empieza a inhibir el proceso.

La duración de cada una de las etapas depende del volumen del derrame y también de la densidad del hidrocarburo derramado. Las ecuaciones que definen la duración de cada etapa, donde el tiempo se mide a partir del inicio del derrame son las siguientes:

$$\begin{array}{l}
 t_{0-1} = 0 \\
 t_{1-2} = K_{1-2} v^{1/3} \text{ (minutos)} \\
 t_{2-3} = K_{2-3} v^{2/3} \text{ (horas)} \\
 t_f = 0.15 \sqrt[3]{V} \text{ (días)}
 \end{array}
 \left. \begin{array}{l}
 \\
 \\
 \\
 \end{array} \right\} \begin{array}{l}
 \text{1a. Fase} \\
 \text{2a. Fase} \\
 \text{3a. Fase}
 \end{array}$$

K_{1-2} y K_{2-3} son coeficientes que aparecen en la tabla 3-1 y que dependen de la gravedad específica del hidrocarburo.

V es el volumen de hidrocarburo derramado, en m^3

La duración de las etapas puede calcularse a partir de las fórmulas anteriores o bien utilizando la Figura 3-4 (a, b y c).

Para calcular la extensión del derrame en un momento determinado se dispone de tres ecuaciones distintas, una para cada fase del proceso. El uso de una u otra fórmula dependerá de la fase en que se encuentra el proceso en el momento considerado.

$$\begin{array}{l}
 \sqrt{A_1 = K_1 \times \sqrt[3]{V} \times t_{\min} \text{ (m}^2\text{)}} \\
 A_2 = K_2 \times v^{2/3} \times \sqrt[3]{t_{\min}} \text{ (m}^2\text{)} \\
 A_3 = 14,430 \times t_{\text{horas}}^{3/2} \text{ (m}^2\text{)} \\
 A_f = 0.1 v^{3/4} \text{ (km}^2\text{)}
 \end{array}$$

donde:

A_1, A_2, A_3 = Área continua cubierta por el derrame en m^2 . Si la mancha no es continua, sino que se ha dividido en manchas menores, el área aparente puede ser mucho mayor.

A_f = Área máxima cubierta por el Área Máxima de un derrame según su volumen el derrame en km^2 . La figura 3-5 a y b

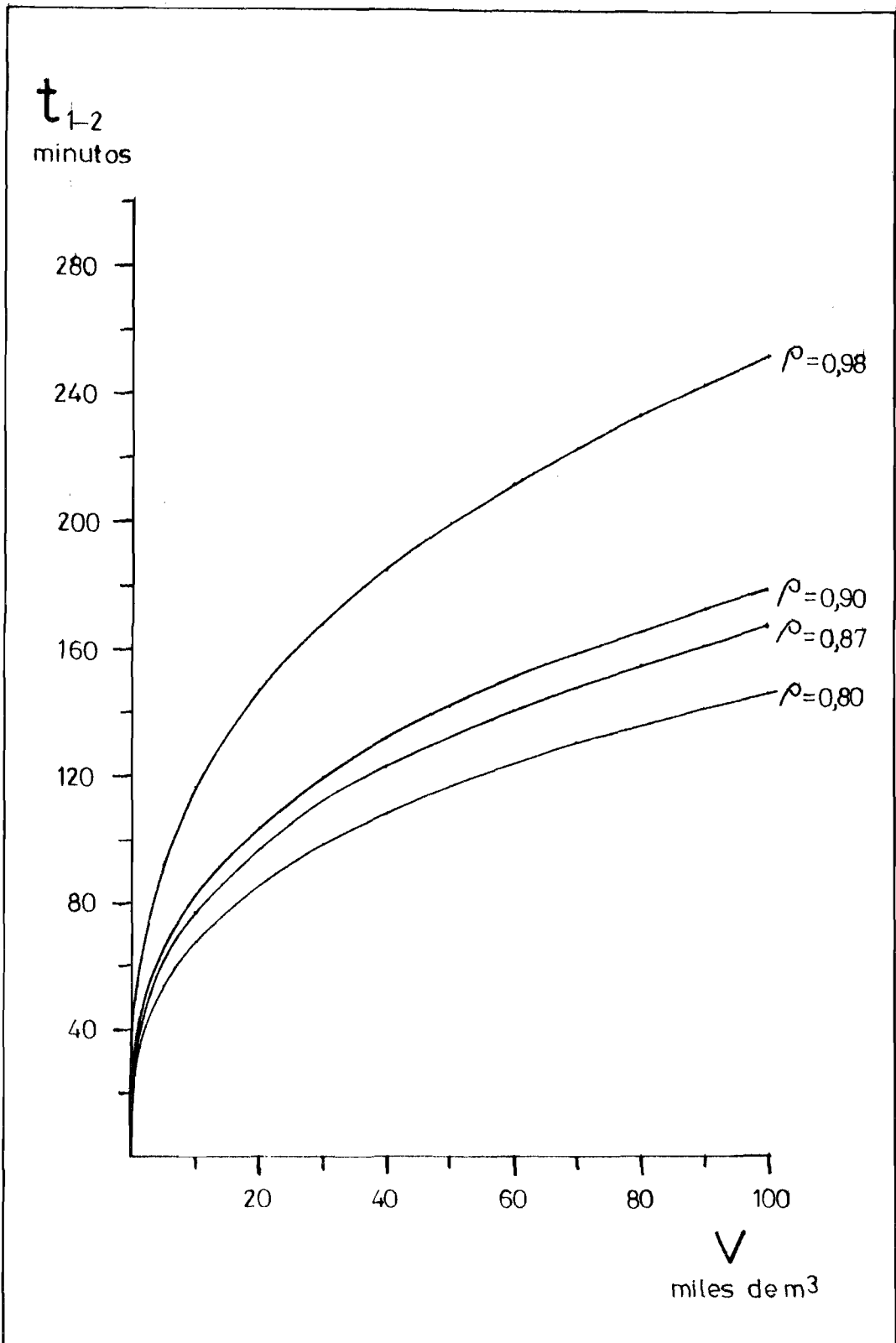


FIGURA 3-4 a - Duración de fases de extensión de hidrocarburo derramado según volumen y densidad

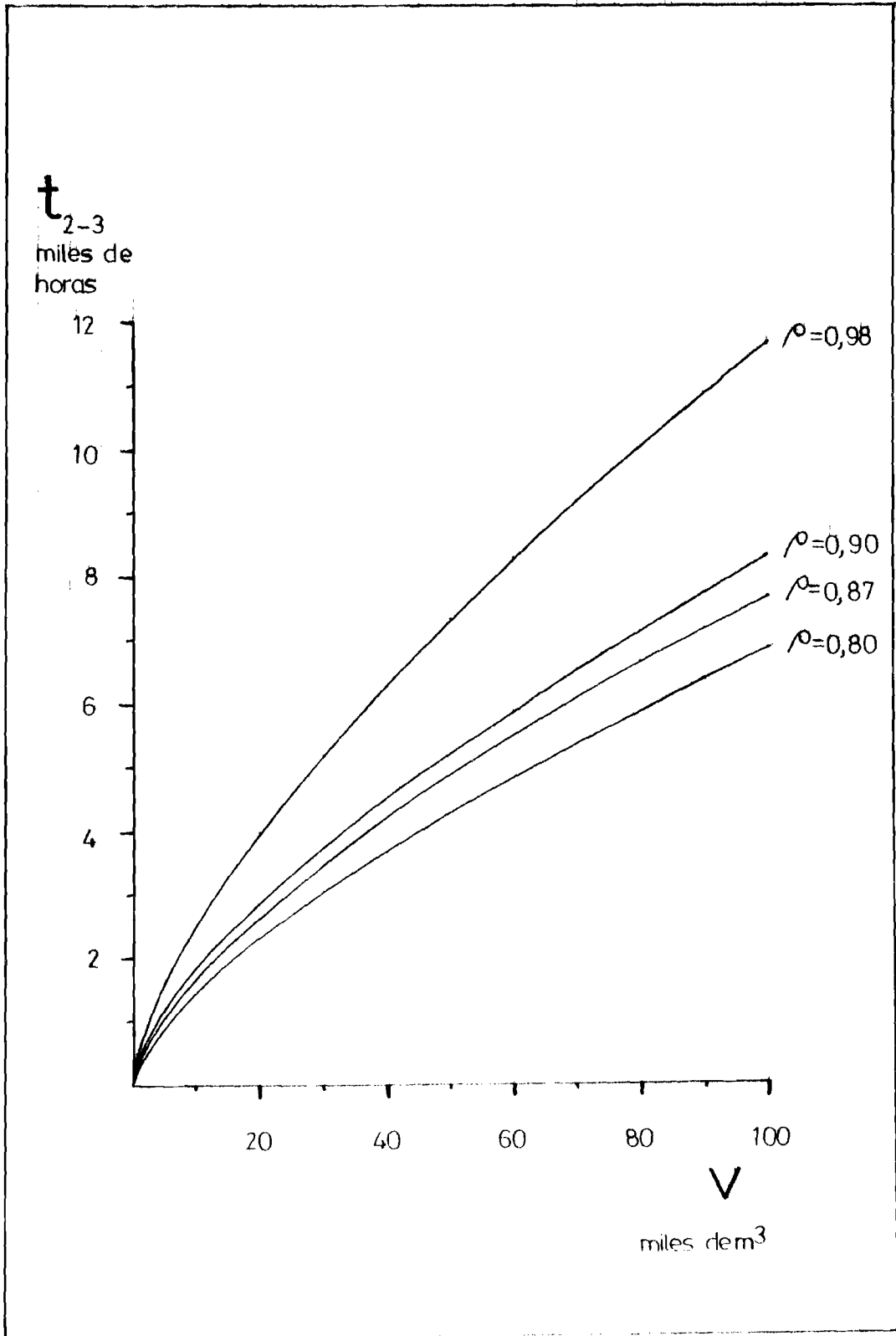


FIGURA 3-4 b - Duración de fases de extensión de hidrocarburo derramado según volumen y densidad

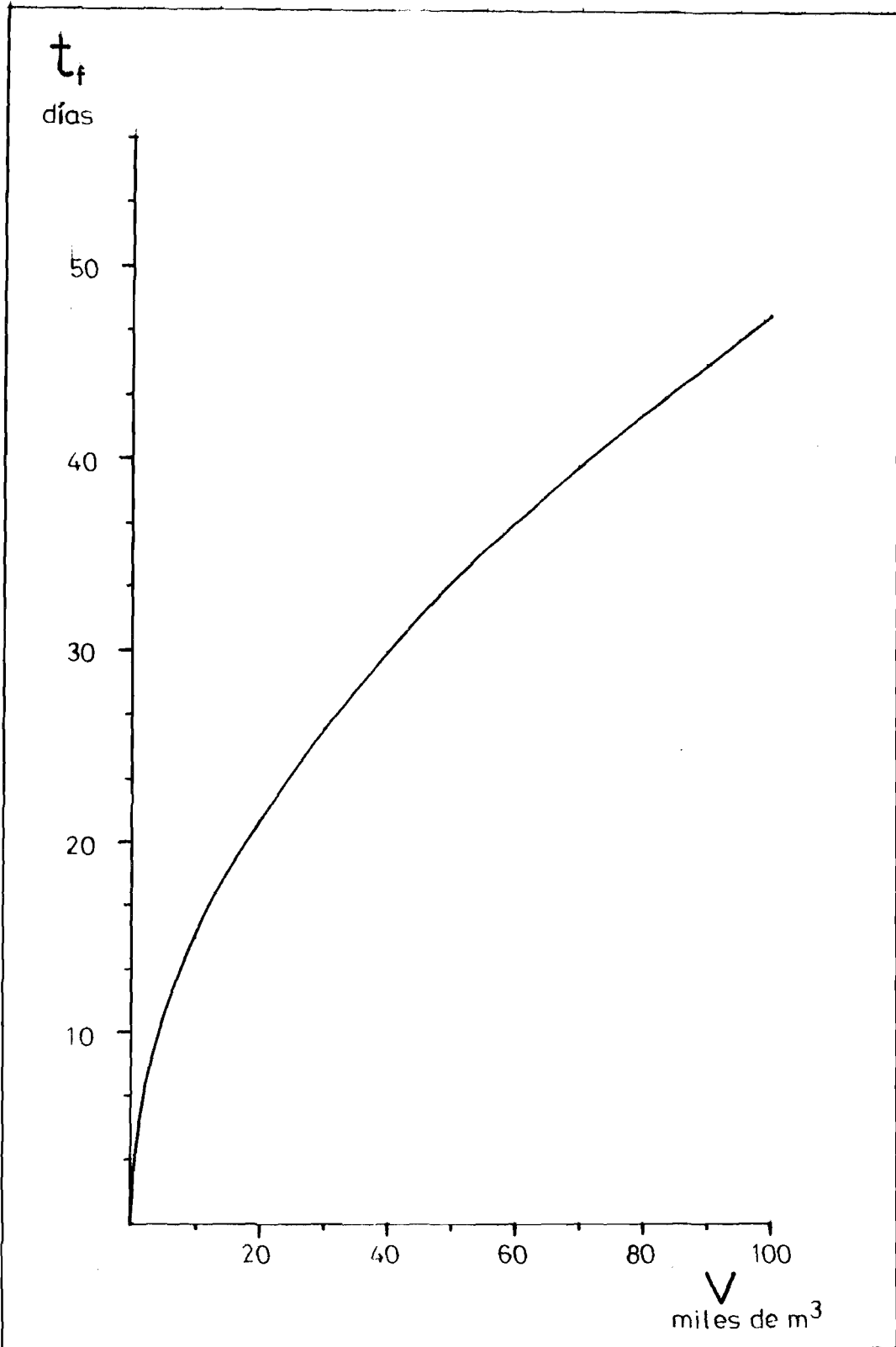


FIGURA 3-4 c - Duración de fases de extensión de hidrocarburo derramado según volumen y densidad

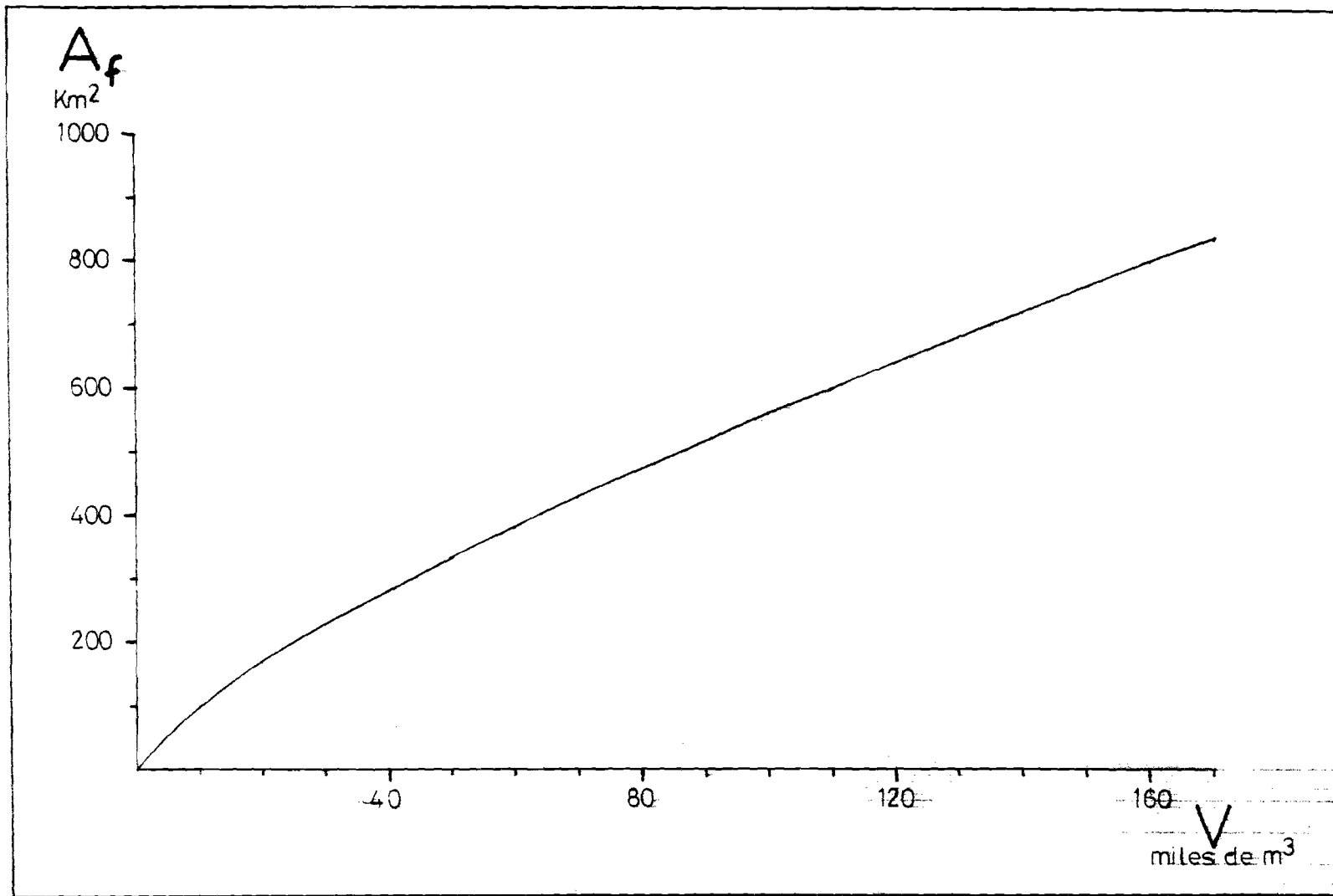


FIGURA 3-5 a - Area máxima manchada en función del volumen de petróleo derramado (rango entre 0 - 170 mil m^3)

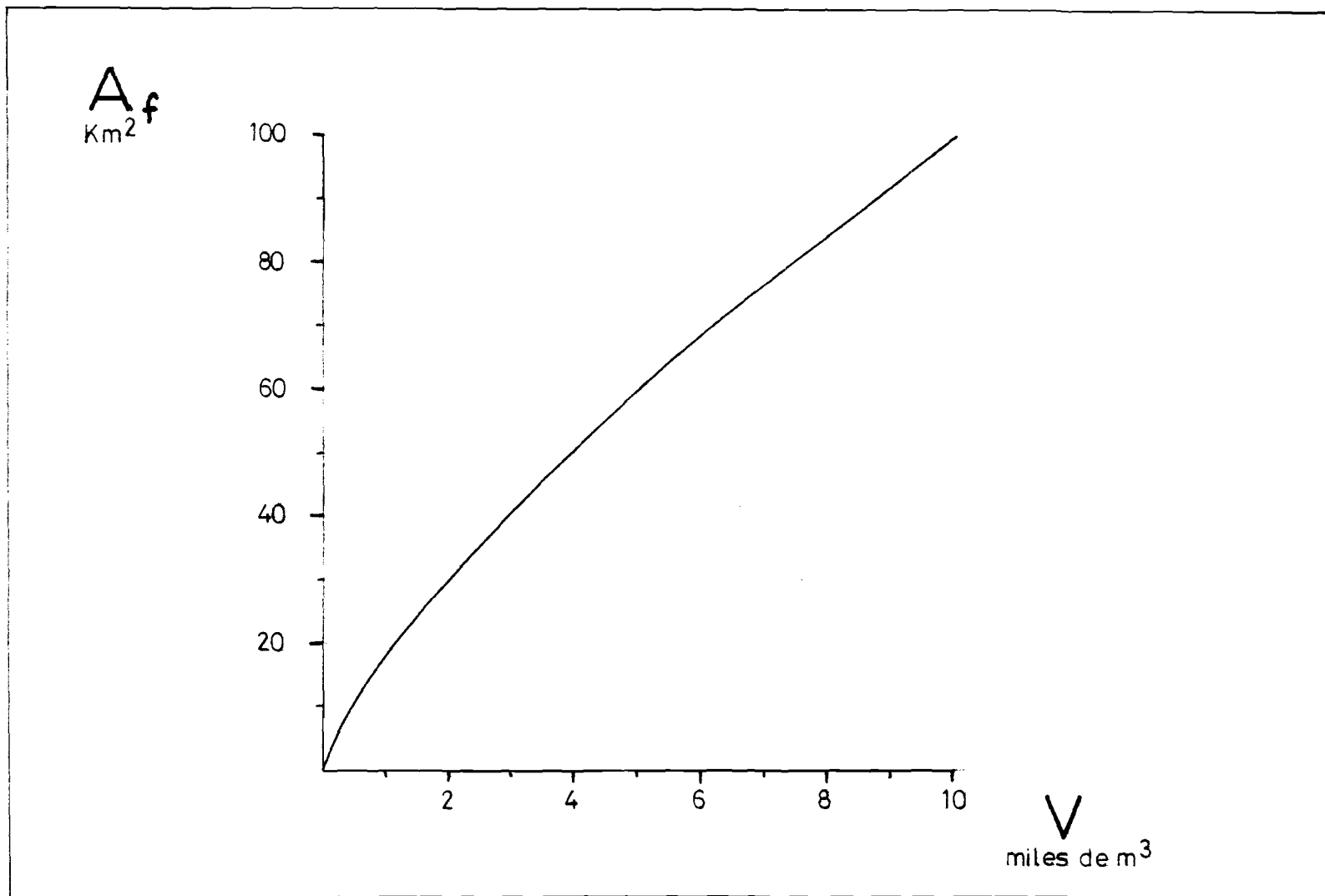


FIGURA 3-5 b - Area máxima manchada en función del volumen de petróleo derramado (rango 0 - 10 mil m^3)

relaciona A_f y V

$K_1; K_2 =$ coeficientes que aparecen en la tabla 3-1 y que dependen de la gravedad específica del hidrocarburo.

$t_{min}; t_{horas} =$ tiempo transcurrido desde el inicio del derrame expresado en minutos y horas respectivamente.

$V =$ Volumen de hidrocarburos derramado, en m^3

Tabla 3-1

Gravedad Específica

e	K_{1-2}	K_{2-3}	K_1	K_2	$\times 60$
0.80	3.17	.344	359	640	38,400
0.81	3.22	.339	351	630	37,800
0.82	3.27	.333	343	621	37,260
0.83	3.33	.327	335	610	36,600
0.84	3.39	.322	326	600	36,000
0.85	3.45	.316	317	589	35,340
0.86	3.52	.310	308	577	34,620
0.87	3.59	.304	299	565	33,900
0.88	3.67	.297	289	553	33,180
0.89	3.76	.290	279	540	32,400
0.90	3.86	.282	268	526	31,560
0.92	4.09	.267	246	497	29,820
0.94	4.39	.248	221	463	27,780
0.96	4.80	.227	193	423	25,380
0.98	5.42	.201	161	374	22,440

El modelo modificado de Fay que se describe aquí no considera el efecto del viento, oleaje y degradación en el proceso de extensión de la mancha. Sin embargo es un buen punto de partida y se pueden hacer correcciones menores cuando las condiciones ambientales son extremas. El modelo completo de Fay es más sofisticado e incluye algunos parámetros que varían con la temperatura; en este modelo simplificado se ha supuesto una temperatura del agua de $15^{\circ} - 16^{\circ}C$ que puede ser un promedio típico en la región. El efecto temperatura se manifiesta en variaciones opuestas de parámetros que tenderían a un efecto combinado

mínimo (especialmente en la fase más importante del proceso).

Aplicación del Modelo

Para aplicar el modelo de Fay, simplificado, se debe seguir el siguiente procedimiento:

1. Reunir los datos básicos
 - a) Volúmen de hidrocarburo derramado
 - b) Gravedad específica del hidrocarburo
(esta varía entre 0.80 a 0.96 en los distintos tipos de crudos)
 - c) Momento en que ocurre el derrame, y a partir del cual se mide el período en que se desea calcular la extensión del derrame.
2. Calcular los períodos de duración de las tres fases de expansión, según las fórmulas t_{1-2} , t_{2-3} y t_f ; y los coeficientes respectivos se obtienen de la tabla 3-1.
3. Calcular la extensión estimada de la mancha en el momento deseado y para ello se examina en que fase del proceso de expansión se encuentra el derrame al comparar el tiempo transcurrido desde el inicio del derrame y los períodos de duración de las tres fases. Posteriormente se utiliza la fórmula de área de la fase correspondiente, cuidando que el valor obtenido no supere el Area Máxima final.

Corrección por efecto de evaporación

4. Como hasta aquí el método no incluye ninguna reducción de expansión de la mancha por efecto de la evaporación, para obtener un resultado más realista convendría calcular la evaporación y asumir que la extensión real de la mancha será inferior a la estimada al menos en igual proporción que la reducción por evaporación (ver cálculo de evaporación).

Ejemplo 1

Se han derramado en el mar 2.000 barriles de petróleo crudo de gravedad específica 0.880 (API = 29.3). Determinar el área y radio de la mancha en cada momento de transición entre las tres fases, la duración de las fases y el área máxima del derrame. (No tomar en cuenta la evaporación).

Solución

Conversión de datos:

$$\begin{aligned} 1 \text{ barril} &= 42 \text{ galones} = 0.159 \text{ m}^3 \\ 2.000 \text{ barriles} &= 317.94 \sim 318 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Según tabla 3-1

gravedad específica	K_{1-2}	K_{2-3}	K_1	K_2
0.88	3.67	.297	289	553

Entonces:

$$t_{1-2} = K_{1-2} v^{1/3} = (3.67) \times (318)^{1/3} = 25 \text{ minutos}$$

$$t_{2-3} = K_{2-3} v^{2/3} = (.297) \times (318)^{2/3} = 13.8 \text{ horas}$$

$$t_f = 0.15 \sqrt{v} = (.15) \times \sqrt{318} = 2.7 \text{ días (64.2 horas);}$$

es decir, a los 2.7 días se detiene el proceso de expansión.

Para el cálculo de áreas en momento de transición puede usarse cualquiera de las fórmulas de área que corresponden a las fases entre las cuales está el momento de transición; ya que dan resultados idénticos para ese momento.

$$A_{1-2} = K_1 \times \sqrt{v} \times t_{1-2} = (289) (\sqrt{318}) (25) = 129,000 \text{ m}^2 = 0.13 \text{ km}^2$$

$$A_{2-3} = 14,430 t^{3/2} = (14,430) \times (13.8)^{3/2} = 742,600 \text{ m}^2 = 0.74 \text{ km}^2$$

$$A_f = 0.1 v^{3/4} = (0.1) (318)^{3/4} = 7.53 \text{ km}^2$$

Los radios respectivos, asumiendo que son manchas circulares se calculan de la expresión $A = \pi r^2$ o bien $r = \sqrt{A/\pi}$

$$r_{1-2} = \sqrt{\frac{129,000}{\pi}} = 203 \text{ m}$$

$$r_{2-3} = \sqrt{\frac{742,600}{\pi}} = 486 \text{ m}$$

$$r_f = \sqrt{\frac{7.53}{\pi}} = 1.55 \text{ km}$$

El cálculo de los radios puede ser significativo cuando se calcula el movimiento de una mancha cercana a la costa, en base al movimiento del centro geométrico de la mancha y no en base al borde de ella, que estaría 1.55 km más cerca en el caso de nuestro ejemplo. Sin embargo, esto resulta teórico pues rara vez las manchas son circulares.

Ejemplo 2

Construya una tabla de duración de las fases de expansión para derrames del mismo tipo de petróleo del ejemplo 1 $\rho = 0.880$ (API = 29.3) y los siguientes volúmenes en m^3 1, 10, 100, 1000, 10000, 100000; y determine que proporción de la expansión final se produce en cada etapa y cada caso, determine el mínimo espesor de la mancha (en el área máxima).

Usando una calculadora programable se obtiene la siguiente tabla

(1)	(2)	(3)	(4)
V m ³	t ₁₋₂ min	t ₂₋₃ horas	t _f días
1	3.7	18 min	3.6 hrs
10	7.9	1.4 hrs	0.5 días
100	17	6.4	1.5
1.000	37	30	4.7
10.000	1.3 hrs	5.7 días	15
100.000	2.8 hrs	27 días	47

(5) A_f km^2	(6) A_{1-2} m^2	(7) % A_{1-2}/A_f	(8) A_{2-3} m^2	(9) % A_{2-3}/A_f	(10) μ V/A_f
100.000 m^2	1.061	1.1	2,336	2.3	10
0.56 km^2	7.230	1.3	23.400	4.2	18
3.16	49,230	1.6	234,000	7.4	32
17.8	335,400	1.9	2.34 km^2	13	56
100	2.3 km^2	2.3	23.3 km^2	23	100
562	15.5 km^2	2.8	234 km^2	42	180

3-9

Comentarios

- 1° Como puede verse en las columnas (2) y (7) la primera fase es muy corta y poco significativa con respecto a la extensión total. Aún en grandes derrames es insignificante.
- 2° La segunda fase es también insignificante en pequeños derrames de 100 tons. y se hace importante en los grandes derrames.
- 3° En términos prácticos, la etapa más interesante para planificar una respuesta a un derrame es la tercera, que comienza en el momento t_{2-3} . Antes de ese momento, según la columna (3) de la tabla, probablemente no se esté en condiciones de iniciar ninguna acción por lo tanto las dos fases anteriores tienen interés puramente académico.

De manera que una predicción práctica se reduce a determinar solamente lo siguiente:

$$\begin{aligned}
 \text{a) } t_{2-3} &= K_{2-3} V^{2/3} \quad (\text{m}^2) \\
 \text{b) } t_f &= 0.15 \sqrt{V} \quad (\text{m}^2) \\
 \text{c) } A_3 &= 14,430 t_{\text{horas}}^{3/2} \quad (\text{m}^2) \quad (t \text{ entre } t_{2-3} \text{ y } t_f) \\
 \text{d) } A_f &= 0.1 V^{3/4} \quad (\text{km}^2)
 \end{aligned}$$

De lo que se deduce que en la fase más significativa (la tercera) la extensión de la mancha no depende más que del tiempo transcurrido desde el inicio del derrame, entre cierto rango que depende del volumen derramado y de la gravedad específica del hidrocarburo.

- 4° La columna (10) muestra los espesores, en micrones (1 micron = 0.001 milímetro), de la mancha en los distintos. Se observa que a mayor volumen de derrame mayor es el espesor mínimo de la mancha.

3.3 MOVIMIENTO DE UNA MANCHA DE PETRÓLEO EN EL MAR

El movimiento de una mancha de petróleo (u otro hidrocarburo) en el mar se debe a la acción del viento y las corrientes marinas. El oleaje también produce un movimiento de la mancha, sin embargo su efecto es menor que el de los otros factores.

Comúnmente se asume que un derrame de petróleo se mueve en la dirección que sopla el viento a aproximadamente 3.4% de su velocidad. Simultáneamente, se mueve a prácticamente la misma velocidad de la corriente marina superficial. Generalmente el viento y la corriente no tienen la misma dirección de manera que la predicción del movimiento de la mancha envuelve la descomposición y suma de componentes de viento y corriente; es decir se requiere la suma vectorial de los componentes, y para ello se sugiere el siguiente procedimiento trigonométrico, aunque también puede hacerse gráficamente.

1° Efecto del viento

Velocidad del viento V_r en kph

Dirección del viento α (en grados de un compás de navegación donde el Norte = 0° y el ángulo medido desde el Norte en sentido horario)

Nota: En este cálculo se sigue la máxima náutica "... el viento de donde viene y la mar (corrientes) a donde va"; es decir la dirección del viento es aquella desde donde viene y la dirección de la corriente marina es aquella hacia donde se dirige.

$$\text{Componente N-S (eje de las y)} \quad V_{ry} = -0.034 V_r \cos \alpha$$

$$\text{Componente E-W (eje de las x)} \quad V_{rx} = -0.034 V_r \sin \alpha$$

2° Efecto de la corriente

Velocidad de la corriente V_c en kph

Dirección de la corriente β (medido en igual forma a α)

$$\text{Componente N-S (eje de las y)} \quad V_{cy} = V_c \cos \beta$$

$$\text{Componente E-W (eje de las x)} \quad V_{cx} = V_c \sin \beta$$

3° Resultante de velocidad de la mancha

$$\begin{aligned}
 V_x &= V_{vx} + V_{cx} = -0.034 V_v \sin \alpha + V_c \sin \beta \\
 V_y &= V_{vy} + V_{cy} = -0.034 V_v \cos \alpha + V_c \cos \beta \\
 V &= \sqrt{V_x^2 + V_y^2} \quad \omega = \arctan V_x/V_y
 \end{aligned}$$

4° Este procedimiento se sigue para cada período de tiempo en que prevalecen los datos de cálculo. La velocidad resultante se multiplica por la duración del período considerado y se obtiene el desplazamiento de la mancha en ese período. Similarmente se procede con el período siguiente (con otros datos) y se obtiene así una sucesión de desplazamiento en el tiempo que debe graficarse, o también sumarse por componentes y se tiene así el desplazamiento total de la mancha después de una serie de períodos. Generalmente se consideran períodos iguales de una hora, y las velocidades se expresan en kilómetros por hora (kph). De esta forma, los desplazamientos en km son numéricamente igual a las velocidades resultantes.

O también

$$\begin{aligned}
 V_{x1} + V_{x2} + \dots + V_{xn} &= d_{x1} + d_{x2} + \dots + d_{xn} = d_x \\
 V_{y1} + V_{y2} + \dots + V_{yn} &= d_{y1} + d_{y2} + \dots + d_{yn} = d_y
 \end{aligned}$$

$$d = \sqrt{d_x^2 + d_y^2}$$

$$\theta = \arctan d_x/d_y$$

Como estos cálculos son sencillos son repetitivos y toma tiempo hacerlos individualmente, el uso de una calculadora portátil programable (o un computador) es de extraordinaria utilidad. Cabe hacer notar que la predicción del desplazamiento del derrame es fundamental para planificar las operaciones y logística para enfrentarlo, y los cálculos de desplazamiento no debieran retrasar las decisiones.

Como se señaló anteriormente, la mancha está expuesta a una serie de procesos simultáneos al desplazamiento, tales como la extensión, evaporación y otros. El cálculo de desplazamiento se refiere al movimiento del centro geométrico de la mancha,

lo que implica que también deben considerarse las dimensiones del derrame.

Se estima, como regla general, que vientos superiores a 16 kph desintegran una mancha grande en una serie de manchas menores, generalmente de forma alargada. Este fenómeno dificulta su contención y tratamiento.

Los datos de viento y corrientes en el lugar del derrame rara vez se conocen y tendrá que hacerse estimaciones en base d información recogida en áreas adyacentes.

Ejemplo de Cálculo de Componentes

datos (ver figuras 3 - 6 y 7)

$$V_r = 15 \text{ kph}$$

$$\alpha = 337.5^\circ \text{ (NNW)}$$

$$V_c = 2.5 \text{ kph}$$

$$\beta = 22.5^\circ \text{ (NNE)}$$

$$1. \text{ Viento } \begin{aligned} V_{ry} &= -(0.034)(15)(\cos 337.5) = -0.47 \text{ kph} \\ V_{rx} &= -(0.034)(15)(\sin 337.5) = 0.20 \text{ kph} \end{aligned}$$

$$2. \text{ Corrientes } \begin{aligned} V_{cy} &= (2.5) \cos (22.5) = 2.31 \text{ kph} \\ V_{cx} &= (2.5) \sin (22.5) = 0.96 \end{aligned}$$

3. Resultante

$$V_y = -0.47 + 2.31 = 1.84 \text{ kph}$$

$$V_x = 0.20 + 0.96 = 1.15 \text{ kph}$$

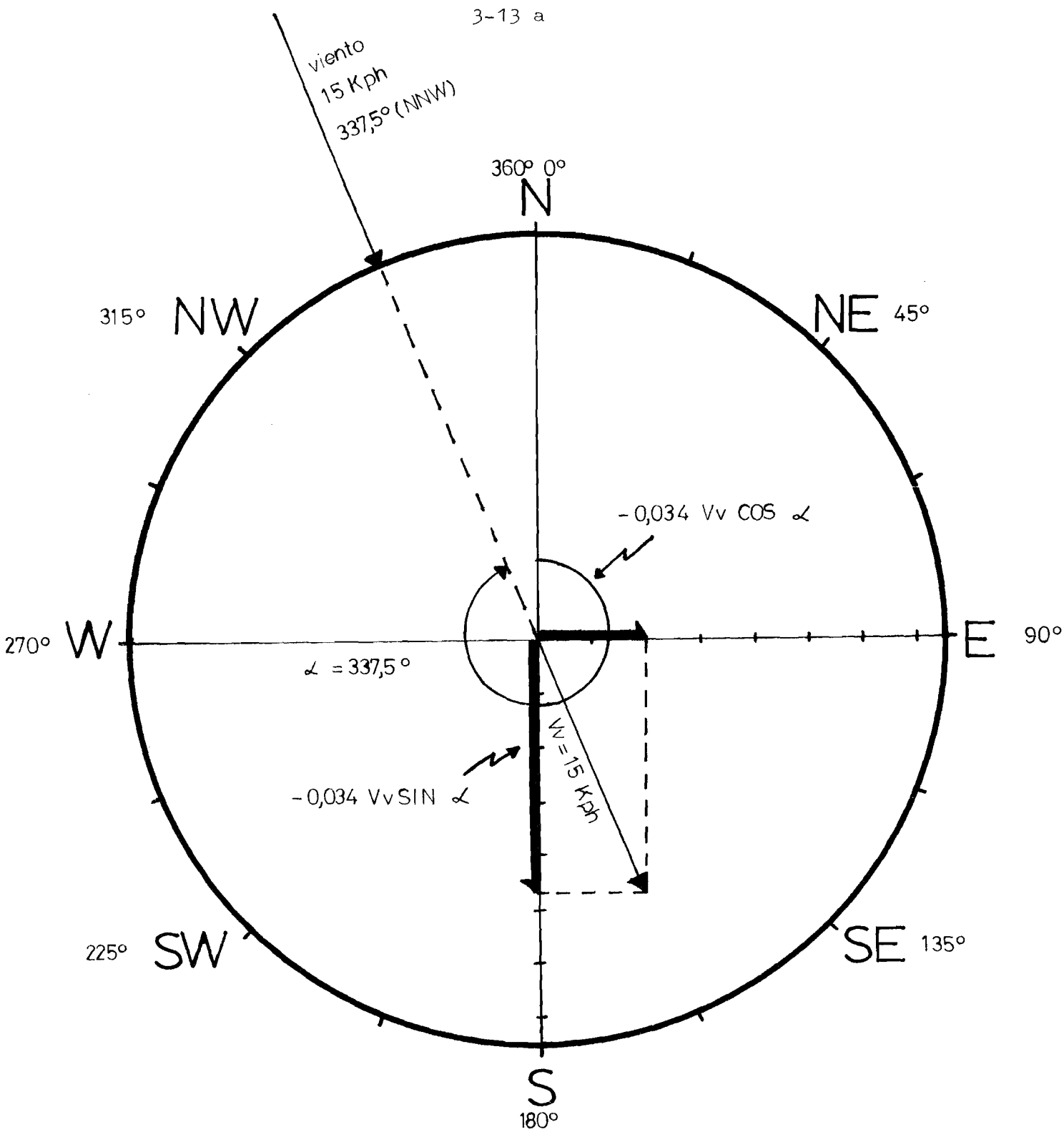


FIGURA 3-6 - Componentes de velocidad del viento en compás

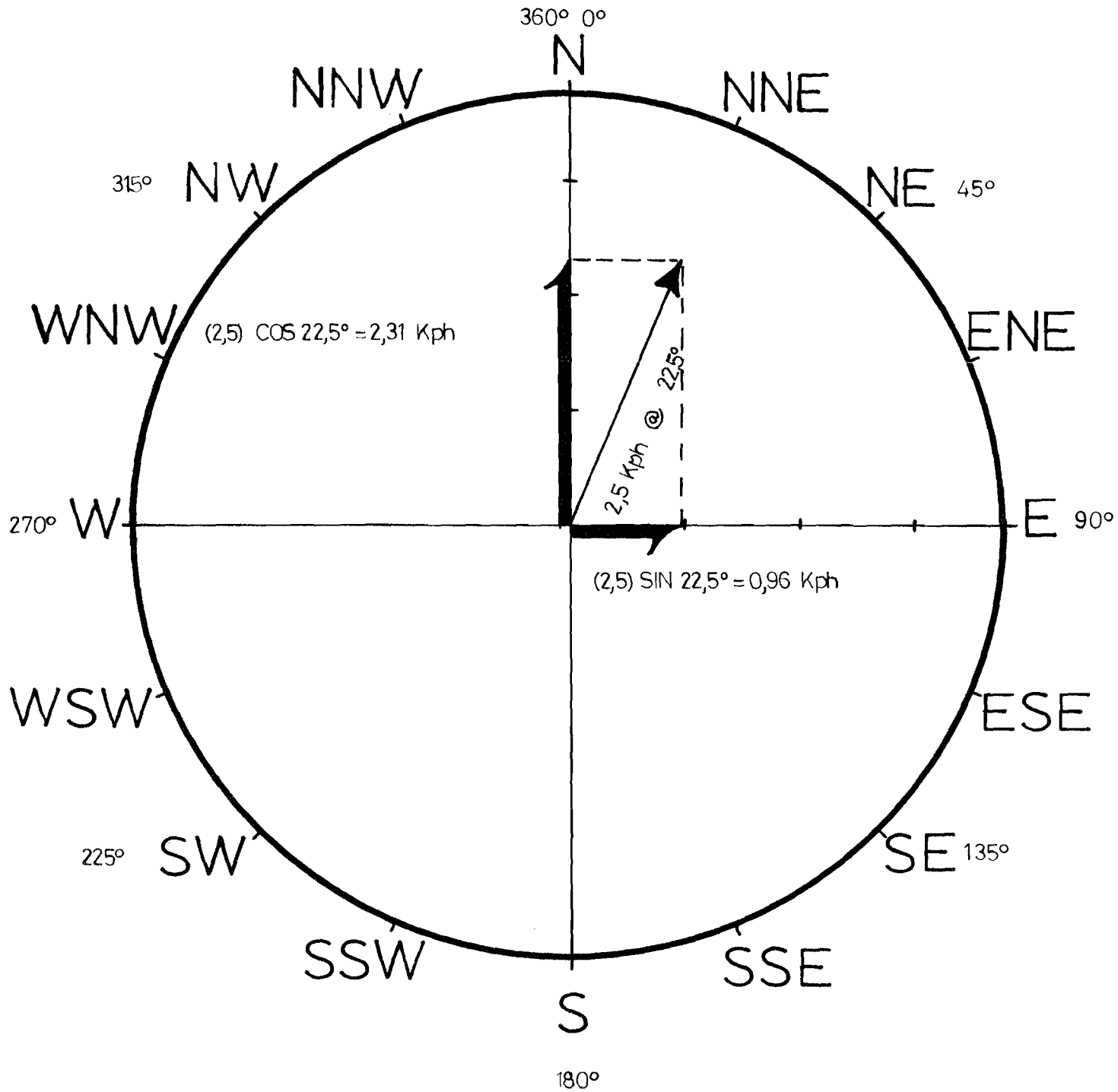


FIGURA 3-7 - Componentes de velocidad de corrientes en compás

$$v = \sqrt{(1.15)^2 + (1.84)^2} = \sqrt{1.33 + 3.38} = \sqrt{4.71} = \underline{\underline{2.17 \text{ kph}}}$$

$$\omega = \text{arc tan } 1.15/1.84 = \text{arc tan } 0.63 = \underline{\underline{N 32^\circ E}}$$

En condiciones normales los vientos y corrientes varían con el tiempo y estos cálculos deben repetirse para cada período de tiempo considerado.

En este caso, en un período de una hora la mancha se habrá desplazado 2.17 km. en la dirección N 32 °E.

Por razones prácticas, no es necesario calcular la resultante de los desplazamientos en cada período y bastará obtener las componentes N-S y E-W de cada período, sumarlas a los correspondientes períodos siguientes y obtener el desplazamiento final.

Problema N° 1

A unos 14 kms al Este de una costa más o menos recta y orientada N-S un buque-tanque pequeño ha varado y roto uno de sus tanques produciendo un derrame. Se desea saber a que parte de la costa llegará primero el derrame y cuanto tardará en llegar. Se dispone de la siguiente información de vientos y corrientes.

<u>Horas transcurridas</u>	<u>Corriente</u>	<u>Viento</u>
1:00	1km/hr @ 67.5°	10 kph @ 270°
2:00	1km/hr @ 67.5°	10 kph @ 270°
3:00	2 kph @ 67.5°	20 kph @ 270°
4:00	2 kph @ 67.5°	20 kph @ 270°
5:00	1 kph @ 67.5°	20 kph @ 270°
6:00	1 kph @ 67.5°	20 kph @ 270°
7:00	1 kph @ 0°	20 kph @ 270°
8:00	2 kph @ 0°	25 kph @ 315°
9:00	2 kph @ 0°	25 kph @ 315°
10:00	2 kph @ 0°	25 kph @ 315°
11:00	2 kph @ 0°	25 kph @ 315°
12:00	2 kph @ 0°	25 kph @ 315°
13:00	2 kph @ 0°	25 kph @ 315°
14:00	2 kph @ 0°	25 kph @ 315°
15:00	2 kph @ 0°	25 kph @ 315°

Solución:

Horas transcurridas	Corriente ($\alpha = v_a$)	Viento ($\alpha = v_{iene}$)	Corriente		Viento		Corriente y viento	
			x	y	x	y	Σx	Σy
1	1 km/hr @ 67,5°	10 km/hr @ 270°	0,92	0,38	0,34	0	1,26	0,38
2	1 km/hr @ 67,5°	10 km/hr @ 270°	0,92	0,38	0,34	0	2,53	0,77
3	2 km/hr @ 67,5°	20 km/hr @ 270°	1,85	0,77	0,68	0	5,06	1,53
4	2 km/hr @ 67,5°	20 km/hr @ 270°	1,85	0,77	0,68	0	7,53	2,30
5	1 km/hr @ 67,5°	20 km/hr @ 270°	0,92	0,38	0,68	0	9,19	2,68
6	1 km/hr @ 67,5°	20 km/hr @ 270°	0,92	0,38	0,68	0	10,79	3,06
7	1 km/hr @ 0,0°	25 km/hr @ 315°	0	1,0	0,60	-0,60	11,39	3,46
8	2 km/hr @ 0,0°	25 km/hr @ 315°	0	2,0	0,60	-0,60	11,99	4,86
9	2 km/hr @ 0,0°	25 km/hr @ 315°	0	2,0	0,60	-0,60	12,59	6,26
10	2 km/hr @ 0,0°	25 km/hr @ 315°	0	2,0	0,60	-0,60	13,20	7,66
11	2 km/hr @ 0,0°	25 km/hr @ 315°	0	2,0	0,60	-0,60	13,80	9,06
12	2 km/hr @ 0,0°	25 km/hr @ 315°	0	2,0	0,60	-0,60	14,40	10,46
13	2 km/hr @ 0,0°	25 km/hr @ 315°	0	2,0	0,60	-0,60	15,00	11,85
14	2 km/hr @ 0,0°	25 km/hr @ 315°	0	2,0	0,60	-0,60	15,60	13,25
15	2 km/hr @ 0,0°	25 km/hr @ 315°	0	2,0	0,62	-0,62	16,20	14,65

11:20 hrs. después el derrame llegará a la costa a una distancia de 14 km. al Oeste del derrame y a 9.5 km al Norte. Ver figura 3-8

Efecto Coriolis

La fuerza de Coriolis es producida por la rotación de la tierra y también afecta el movimiento de una mancha de hidrocarburos. El método más simple de considerar este efecto en los cálculos de desplazamiento es sumar 15° a la dirección de la corriente en el hemisferio Sur (y sustraer 15° en el hemisferio Norte).

Derrames Contínuos

Cuando se trata de un derrame contínuo de un buque-tanque, plataforma petrolera o terminal, el método de cálculo de desplazamiento consiste en considerar un derrame contínuo en una serie de derrames periódicos (usualmente cada hora) cuyos desplazamientos se pueden decir con el método propuesto.

Derrames Contínuos desde fuente en movimiento

Cuando la fuente del derrame se encuentra en movimiento y se trata de un derrame contínuo, se considera entonces el desplazamiento de una serie de derrames periódicos cada uno desde distinto origen.

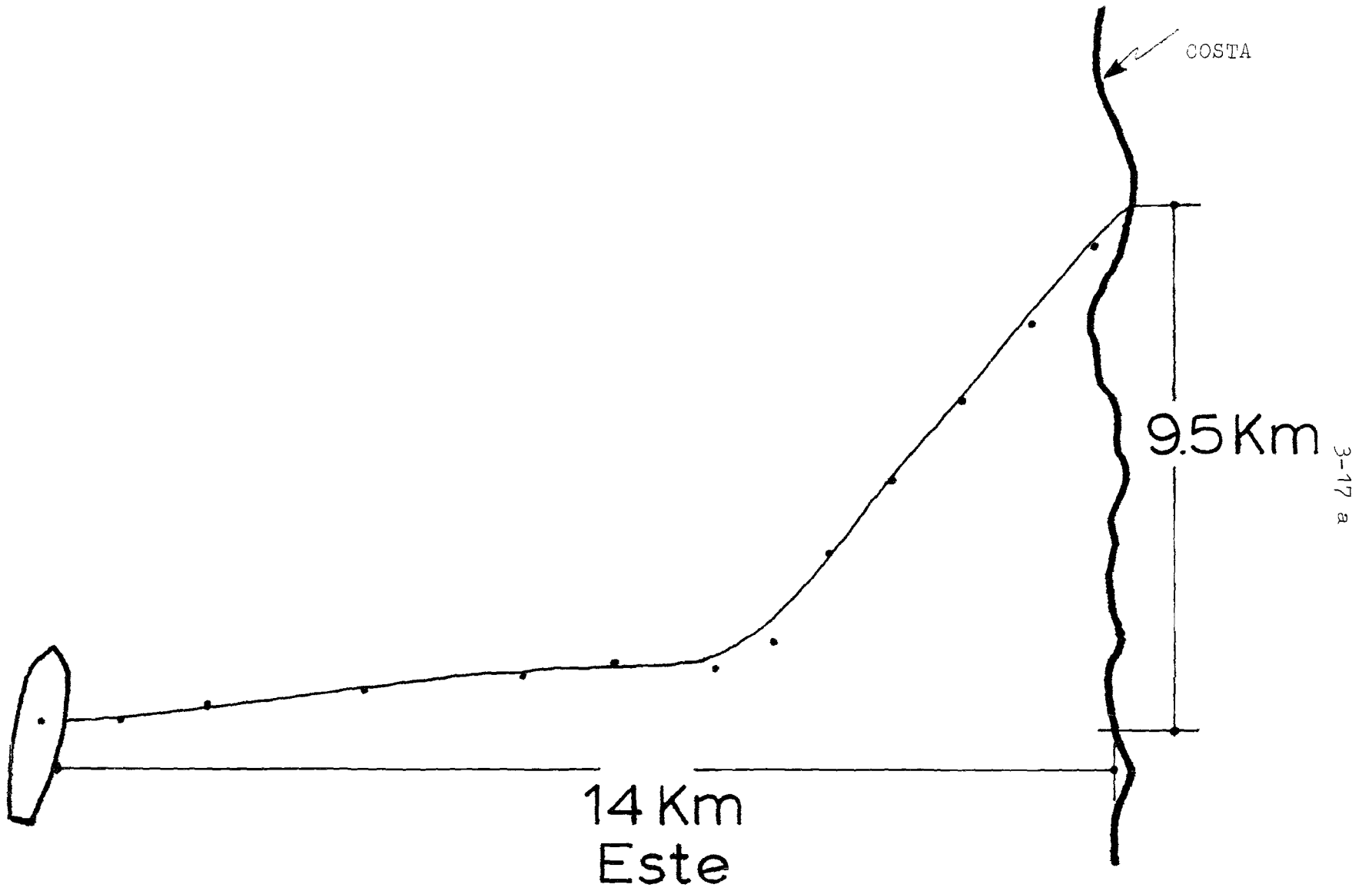


FIGURA 3-8 - Solución al Problema Nº 1

3-17 a

3.4 EVAPORACION Y AEROSOLIZACION

Como se ha señalado anteriormente, uno de los procesos más importantes que afectan al hidrocarburo derramado es la evaporación, especialmente en el caso de productos muy volátiles. La intensidad de la evaporación depende fundamentalmente de la presión de vapor del hidrocarburo a la temperatura del agua de mar, pero la presencia de vientos fuertes aumenta el proceso considerablemente.

Otro proceso de transferencia del hidrocarburo a la atmósfera, aunque de menor importancia, es en la forma de aerosol o rocío producido por un oleaje intenso durante un temporal.

La expansión horizontal del derrame aumenta la evaporación al proveer una mayor área de exposición a la atmósfera. Sin embargo, la evaporación de las fracciones más ligeras generalmente aumenta la tensión superficial y decrece la tendencia a la extensión; este mecanismo es auto-inhibidor.

En general, la evaporación puede reducir significativamente la magnitud del derrame, dejando un producto remanente de mayor viscosidad y densidad que la inicial. A veces, cuando la evaporación es muy intensa, se puede crear un ambiente inflamable o explosivo.

Para el cálculo numérico de la evaporación el modelo más adecuado actualmente parece ser el propuesto por J.S. Nadeau y D. Mackay (Canadá, 1978), que consiste en la determinación de algunos coeficientes y en el uso de gráficos.

Según el modelo Nadeau/Mckay en el proceso de evaporación intervienen cinco factores:

- 1) Coeficiente de transferencia de masa (K), con unidades en metros por hora (m/hr), que depende básicamente de la velocidad del viento. Los datos de viento pueden obtenerse en alguna oficina meteorológica o pueden estimarse. Con este dato de velocidad del viento se entra en la Figura 3-9 y se obtiene el valor del coeficiente K en el eje horizontal.
- 2) Factor Area (A), que cuantifica el área marina cubierta por el derrame, en metros cuadrados por kilogramo de producto derramado (m²/kg)

$$A = \frac{1}{(\text{espesor de la película de petróleo en milímetros}) \times (\text{peso específico hidrocarburo.})} = \frac{\text{m}^2}{\text{kg}}$$

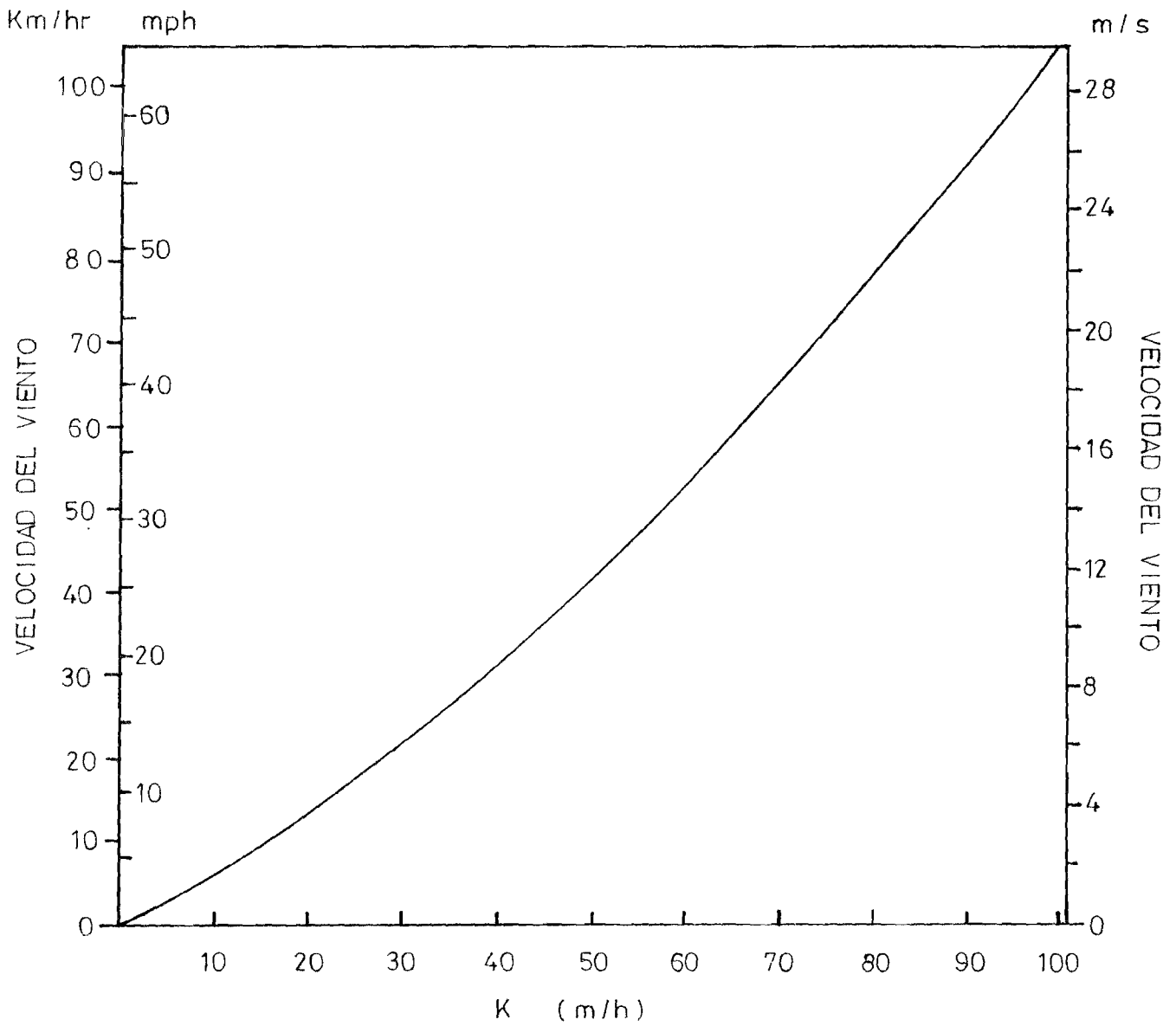


FIGURA 3-9 - Determinación del coeficiente K (transferencia de masa a partir de la velocidad del viento)

o también:

$$A = \frac{\text{Area real de la mancha de hidrocarburo en m}^2}{1.000 \times (\text{m}^3 \text{ de hidrocarburo derramado}) \times (\text{peso específico del hidrocarburo})}$$

Si la mancha de hidrocarburo está en una fase intensa del proceso de expansión, en estos cálculos de evaporación se debe considerar el área promedio de la mancha..

Cuando el equivalente al peso específico del hidrocarburo esté dado en números API, para su conversión a peso específico utilícese la figura 3-10. En caso de conocerse la densidad del producto en kg/m³, entonces deberá dividirse por 1.000 para obtener el peso específico.

- 3) Factor tiempo (t), expresado en horas, que es el período de exposición de la mancha al ambiente; es decir, es el período transcurrido entre el inicio del derrame y el momento en que se desea calcular la evaporación.
- 4) Factor temperatura (T), en grados Celcius (°C), que define la temperatura en la superficie de la mancha de hidrocarburo. Cabe señalar que rara vez esta temperatura coincide con la temperatura del aire en la zona. En general, la mejor aproximación es considerar la temperatura superficial del mar. Este tipo de información puede obtenerse en algún Instituto Oceanográfico o laboratorio de biología marina.
- 5) La volatilidad del hidrocarburo derramado, cuya incidencia se ha simplificado al disponerse de gráficos especiales para distintos tipos de hidrocarburos figuras 3-11 a figuras 3-17.

El cálculo de evaporación de la mancha de hidrocarburo, según el método de Nadeau/Mackay, se hace a través del siguiente procedimiento:

- 1) Obtener la siguiente información:
 - a) velocidad estimada del viento sobre la mancha
 - b) solamente dos (cualesquiera) de estos tres datos:
 - . volúmen (m³) de hidrocarburo derramado
 - . área marina cubierta por el derrame (m²)
 - . espesor promedio de la mancha (milímetros)
 - c) peso específico del hidrocarburo. Si se tiene el dato en números API o densidad (kg/m³), hacer la con

versión.

- d) momento en que ocurre el derrame, a partir del cual se calcula el período de exposición de la mancha. Cuando se trata de un derrame continuo que dura algún tiempo, hacer una estimación "juiciosa".
 - e) temperatura promedio de la mancha durante el período considerado ($^{\circ}\text{C}$).
 - f) tipo de hidrocarburo derramado.
- 2) Calcular el coeficiente K, a partir de la figura 3-9 y el dato 1.a).
 - 3) Calcular el coeficiente A, con los datos 1.b, 1.c y la fórmula correspondiente.
 - 4) Calcular el producto KAt con los coeficientes K y A obtenidos y el período de tiempo (t) de exposición de la mancha que se desea (en horas).
 - 5) Con el dato 1.e) de temperatura y el producto KAt, se entra en el gráfico que corresponde al tipo de hidrocarburo derramado, y se obtiene la proporción del derrame que reste en un determinado momento, después de haberse reducido por el efecto de la evaporación.

Ejemplo

Se ha producido un derrame de unos 1.000 barriles de diesel fuel de invierno (API 40). La mancha tiene una longitud de aproximadamente 700 metros y un ancho de unos 350 metros. La temperatura superficial del mar es alrededor de 5°C y el viento dominante tiene una velocidad promedio de 300 millas por hora. Se desea saber que porcentaje del derrame quedará después de 24 horas y 48 horas de evaporación.

Conversión de datos:

$$\begin{aligned}
 1.000 \text{ barriles} &= 158 \text{ m}^3 & \textcircled{\text{a}} \quad 1 \text{ barril} &= 0.158 \text{ m}^3 \\
 \text{API 40} &= 0.825 \\
 \text{Area} &= 700 \times 350 = 245.000 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Procedimiento

1. Datos

- 1.a) 30 mph
- b) 158 m^3 ; 245.000 m^2
- c) 0.825
- d) 24 hrs., 48 hrs.
- e) $5 \text{ }^\circ\text{C}$
- f) diesel fuel invierno

2. Cálculo de K: Según figura 3-10, a 30 mph $K = 55.8$

3. Cálculo de A:

$$A = \frac{245.000}{1.000 \times (158) \times (0.825)} = 1.88 \text{ m}^2/\text{kg}$$

4. Cálculo de KAt

$$t=24 \text{ hrs} \quad KAt = (55.8) (1.88) (24) = 2.517 \text{ m}^3/\text{kg} \text{ a las } 24 \text{ hrs.}$$

$$t=48 \text{ hrs} \quad KAt = (55.8) (1.88) (48) = 5.034 \text{ m}^3/\text{kg} \text{ a las } 48 \text{ hrs.}$$

5. Utilizando la figura 3-12, para diesel fuel de invierno

a) para $KAt = 2.517$ y $5 \text{ }^\circ\text{C}$ se obtiene que el derrame se ha reducido a un 57% del volúmen inicial después de 24 hrs.

b) similarmente, para $KAt = 5.034$ y $5 \text{ }^\circ\text{C}$, se obtiene que el derrame se ha reducido a un 48% del volúmen inicial después de 48 hrs.; es decir, a casi la mitad.

3.5 DISOLUCION

La disolución (o solución) es otro proceso físico por el cual las fracciones ligeras de los hidrocarburos y componentes polares se disuelven en la columna de agua bajo el derrame. Aunque este proceso comienza inmediatamente, es de largo plazo y continúa durante todo el período de degradación del hidrocarburo. La solubilidad de los distintos componentes de los hidrocarburos disminuye intensamente al aumentar el número de carbonos, de modo que solo las partes ligeras son relativamente solubles en tanto que la gran mayoría de los componentes no se disuelven en agua de mar.

3.6 OXIDACION

La combinación química de hidrocarburos con oxígeno atmosférico se denomina "oxidación" y también contribuye a la descomposición o degradación final del derrame. Como esta reacción ocurre en la superficie, habrá más oxidación cuando el hidrocarburo se ha extendido en una delgada película.

La oxidación es lenta comparada con los otros procesos, dado que solamente una pequeña cantidad de oxígeno puede penetrar en la mancha de hidrocarburo.

La oxidación de algunos hidrocarburos produce otros compuestos que son mucho más solubles en agua y terminan disueltos en la columna de agua. Algunos de estos productos también pueden actuar como emulsificadores.

La intensidad del proceso depende de la presencia de sales minerales en el agua y de metales y compuestos sulfurosos en el hidrocarburo mismo.

La radiación ultravioleta del sol produce la llamada oxidación fotoquímica, que puede implicar la degradación de un 1% del derrame cada día, dependiendo de la latitud e intensidad solar.

3.7 FORMACION DE EMULSIONES

Emulsificación es el proceso por el cual un líquido se dispersa en otro líquido en forma de pequeñas gotitas, es decir, como suspensión. En el caso del petróleo se pueden formar dos tipos de emulsiones: petróleo en agua P/A y agua en petróleo A/P. La leche es un buen ejemplo del tipo de emulsión P/A, y la manteca sería del tipo A/P. Las propiedades de cada tipo de emulsión son muy diferentes, pero ambas se han formado por la acción de las olas.

Las emulsiones P/A pueden dispersarse fácilmente por las

corrientes marinas y la agitación superficial. La presencia de sustancias llamadas agentes de acción superficial favorecen la formación de estas emulsiones, y le dan alguna persistencia que da tiempo a la dispersión. Cuando estos agentes están ausentes, las gotas relativamente grandes de petróleo formadas por el oleaje tienden a integrarse y reformar la mancha de petróleo. Estos agentes de acción superficial a veces se encuentran en el hidrocarburo mismo, o bien pueden agregarse artificialmente en forma de dispersantes durante las operaciones de control. Este fenómeno de reintegración de la mancha es muy frecuente cuando se produce un período de calma.

De hecho, la formación natural de emulsiones P/A, desde el punto de vista de la degradación de la mancha, resulta muy positiva ya que acelera los procesos de disolución, fotooxidación y biodegradación; y, precisamente, es esto lo que se pretende al aplicar dispersantes a un derrame, con la ventaja de que el proceso natural no agrega productos que pudieran ser dañinos.

El otro tipo de emulsiones, de agua en el petróleo (A/P) se forma cuando se mezcla agua con un petróleo viscoso o asfáltico, por acción de las olas. A diferencia de la otra emulsión, ésta es muy estable y puede durar meses o años. Las emulsiones A/P que contienen 30-50% de agua fluyen como el petróleo, en tanto aquellas que contienen 50-80% de agua son más comunes, tienen un color café y la consistencia de la grasa; se denominan "mousse de chocolate". Esta mousse de chocolate sólo se forma bajo un fuerte oleaje y con ciertos tipos de petróleo de alta viscosidad y alta gravedad específica. La presencia de agentes de acción superficial promueven la formación de emulsiones.

La degradación de las emulsiones A/P es extremadamente lenta ya que la superficie expuesta a la acción química y biológica es pequeña. Sólo se acelera la degradación ante la presencia de cierto tipo de bacteria dentro de la emulsión. Cuando la mousse de chocolate llega a la orilla, se le adhiere arena y desechos y se evapora el agua quedando unos grumos de alquitrán (tar balls) muy resistentes a la degradación.

Cabe señalar que la aplicación de dispersantes, al igual que la recolección de la mancha se hacen inefectivas o muy deficientes cuando se han formado emulsiones A/P (mousse de chocolate).

3.8 BIODEGRADACION

El proceso que termina por hacer desaparecer del ambiente una mancha de petróleo es la biodegradación. Ciertas especies de bacterias marinas, hongos y otros organismos utilizan los hidrocarburos como fuentes de energía alimentaria, y en ese proceso oxidan a estos compuestos.

Hay dos tipos de oxidación microbiana: aeróbica, que utiliza oxígeno tanto atmosférico como disuelto en el agua; y anaeróbica que utiliza muy poco oxígeno y más bien nitratos o sulfatos.

El resultado de la degradación microbiológica es la conversión, biológica de hidrocarburos en masa biológica que puede ser usada como alimento por el resto de los organismos marinos.

La intensidad de la biodegradación depende principalmente de la temperatura del agua y petróleo. En condiciones óptimas, en aguas bien oxigenadas a 20°-30°C, las bacterias pueden oxidar diariamente hasta 2 gramos de petróleo por metro cuadrado. A temperaturas inferiores a 10°C la degradación es mucho más lenta.

Si consideramos un derrame dentro del rango normal, la concentración de hidrocarburos será del orden de 50 a 100 gramos por m², y por tanto asumiendo una tasa óptima continua de biodegradación de 2 gr/m²/día, se necesitaría de 25 a 50 días para la degradación completa. Esto ya demuestra que, aún en óptimas condiciones, el proceso es lento. En condiciones normales el proceso se hace mucho más lento aún, debido al agotamiento paulatino de oxígeno y nutrientes, a la formación de emulsiones A/P, etc. La disponibilidad de oxígeno es fundamental. Se ha estimado que para la degradación de un litro de petróleo crudo, se requeriría todo el oxígeno disuelto en aproximadamente 400.000 litros de agua de mar. En puertos los niveles de oxígeno disuelto son muy bajos por efectos de la contaminación local, y por tanto ello limita las posibilidades de degradación.

3.9 REFERENCIAS

1. M.S. Belen, W.J. Lehr, and H.M. Cekirge
"Spreading, Dispersion and Evaporation of Oil Slicks in
the Arabian Gulf".
Proceedings 1981 Oil Spill Conference, Atlante, USA
March 2-5/1981
2. M.F. Fingas, W.S. Duval, G.B. Stevenson. "The basics of
oil Spill Cleanug". Environment Canada, 1979.
3. J.H. Milgram, R.G. Donnelly, R.J. Van Houten, J.M. Camperman
"Effects of oil slick properties on the dispersion of
floating oil into the sea". USCG Report CG-D-64-78,
August 78.
4. J.S. Nadeau y D. MacKay. "Evaporation Rates of complex
Hydrocarbon mixtures under environmental conditions".
Spill Technology Newsletter Vol 3 (2) March/April 78 -
page 42-55
5. L. Rice and R. Hann. "Behavior of oil on water".
Course Notes for an IMCO/UNEP Course Sao Paulo,
Brasil, 1977
6. L. Rice and R. Hann. "Oil Spill Modelling".
Course Notes for an IMCO/UNEP Course Sao Paulo,
Brasil 1977.
7. Wardley-Smith, "The control of oil pollution"
Graham and Trotman Ltd. U.K. 1976
8. G.N. Williams, R. Hann, W.P. James. "Prodicing
the Fate of oil in the marine Environment"
Proceedings of the joint conference on Prevention
and control of oil spills. 1975

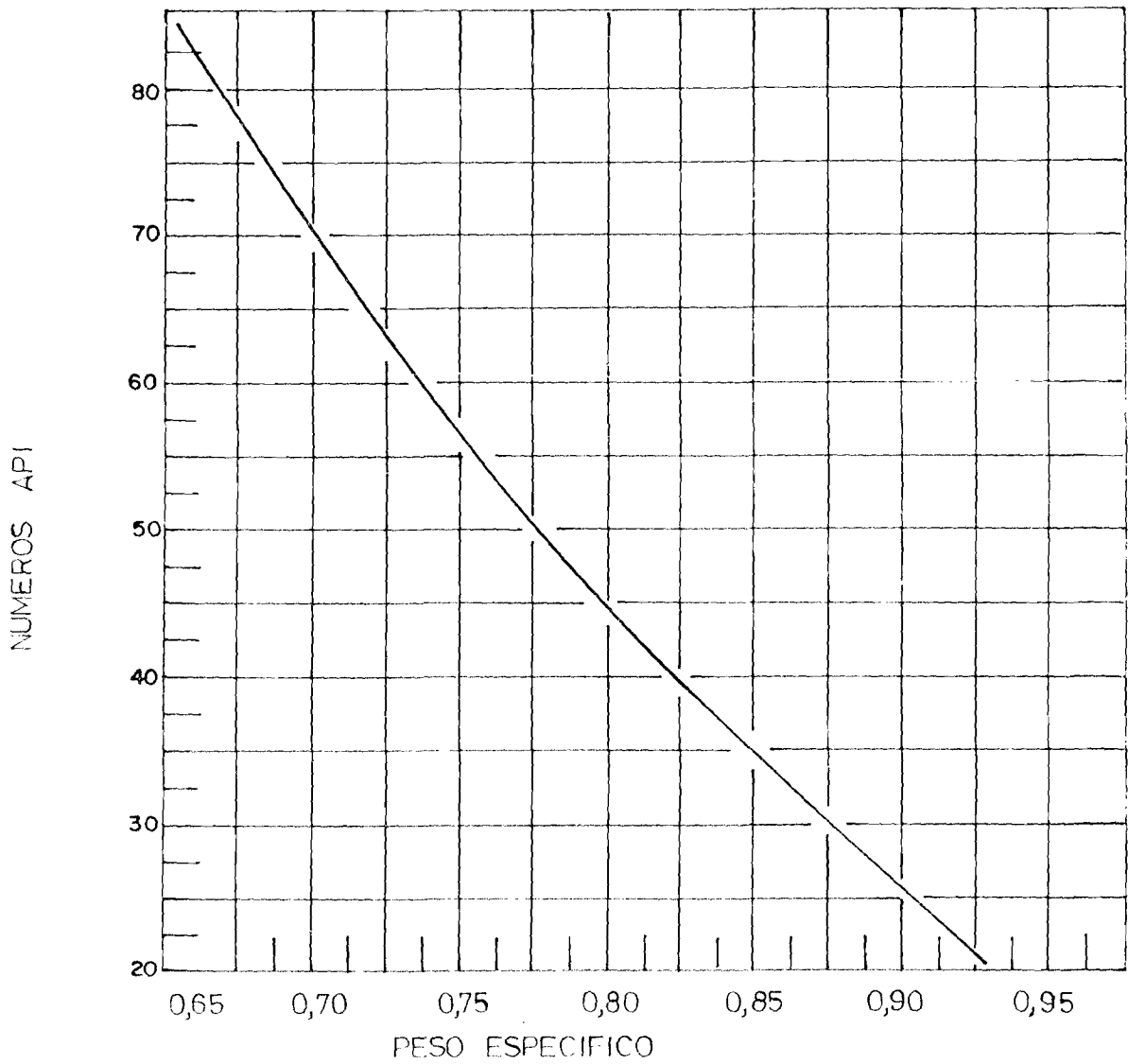


Figura 3-10 - Conversión de gravedad API en peso específico del petróleo

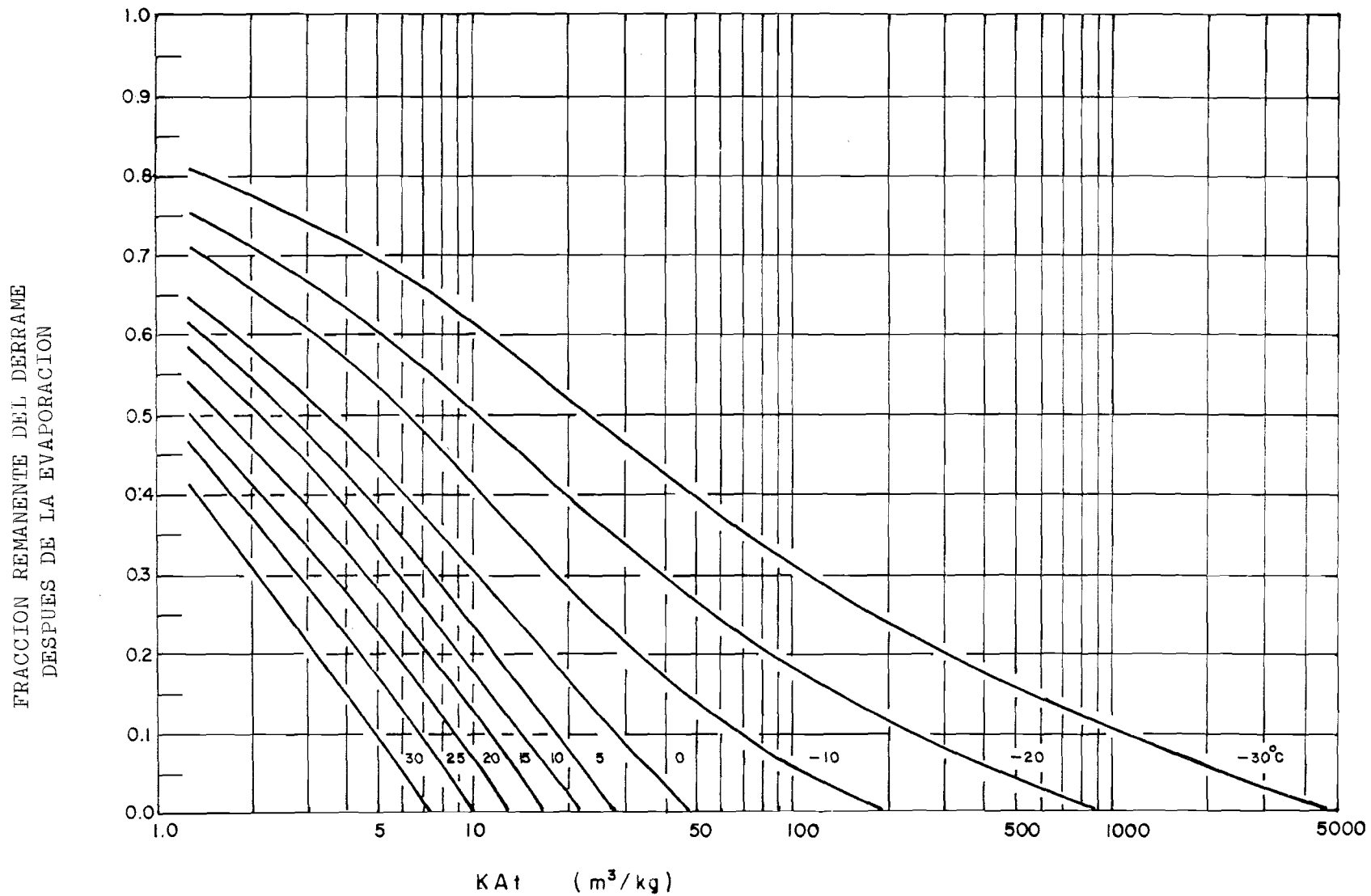


Figura 3-11 - Curvas de evaporación para gasolinas de verano (baja tensión de vapor)

FRACCION REMANENTE DEL DERRAME
DESPUES DE LA EVAPORACION

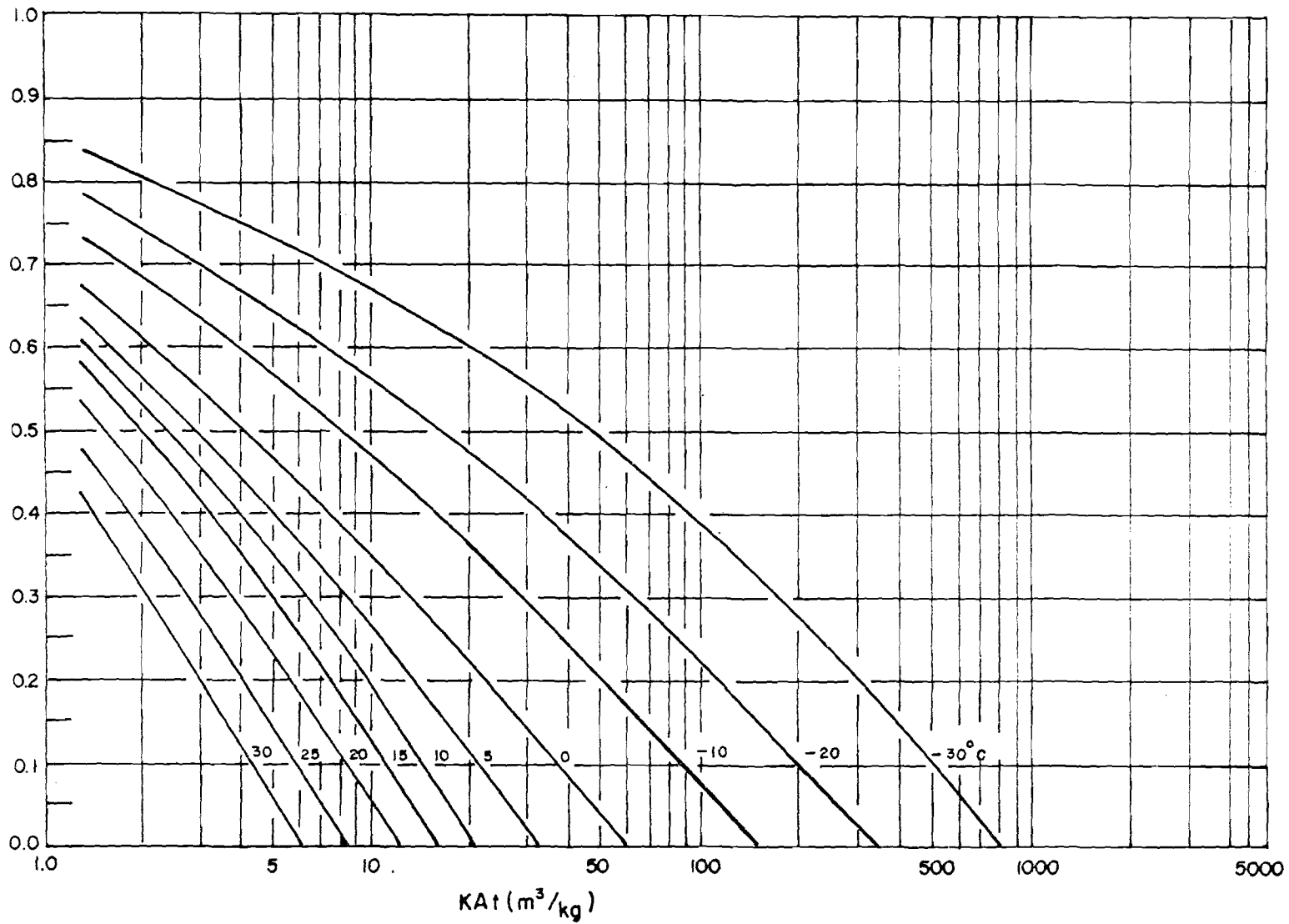
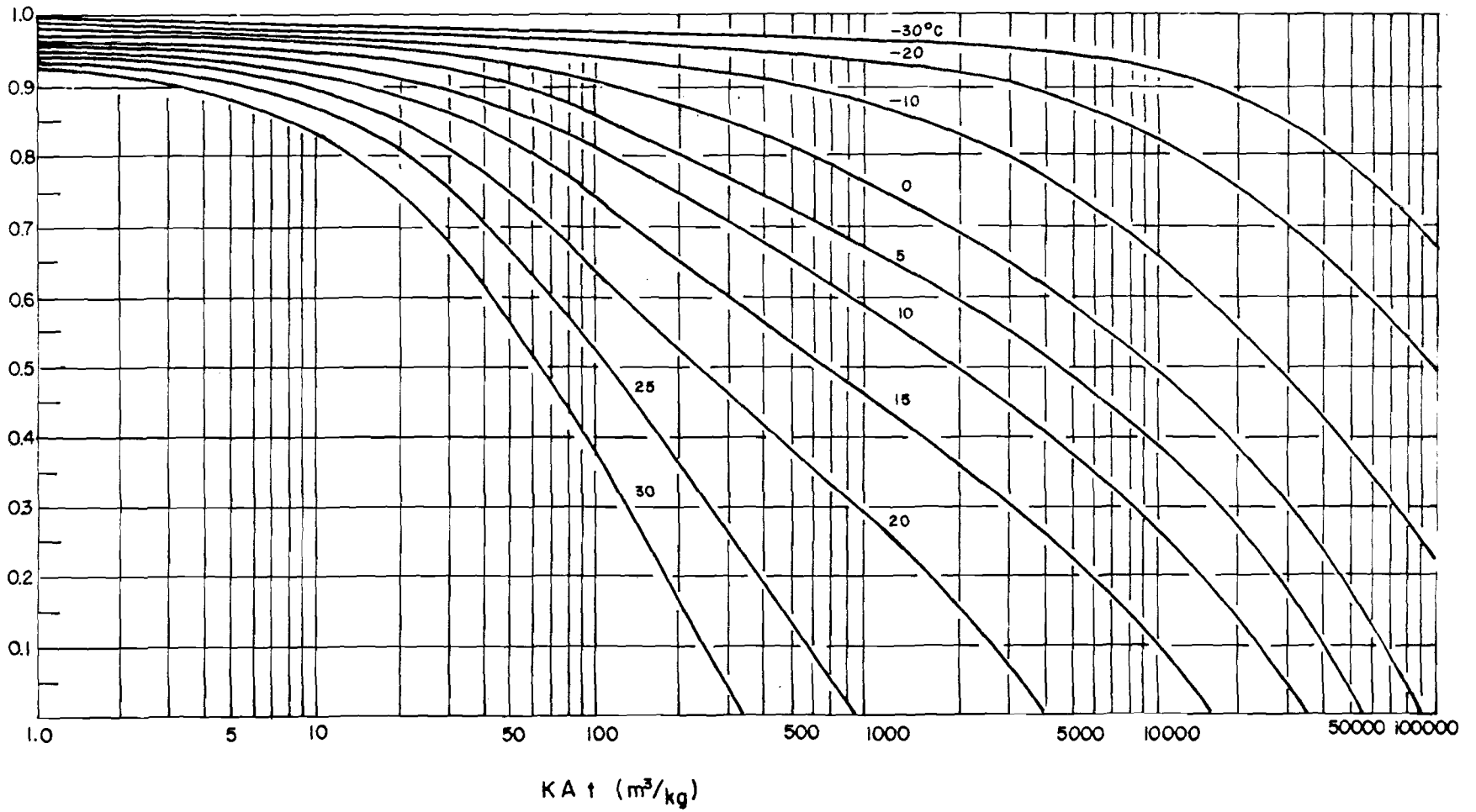


Figura 3-12 - Curvas de evaporación para gasolinas de invierno (alta tensión de vapor)

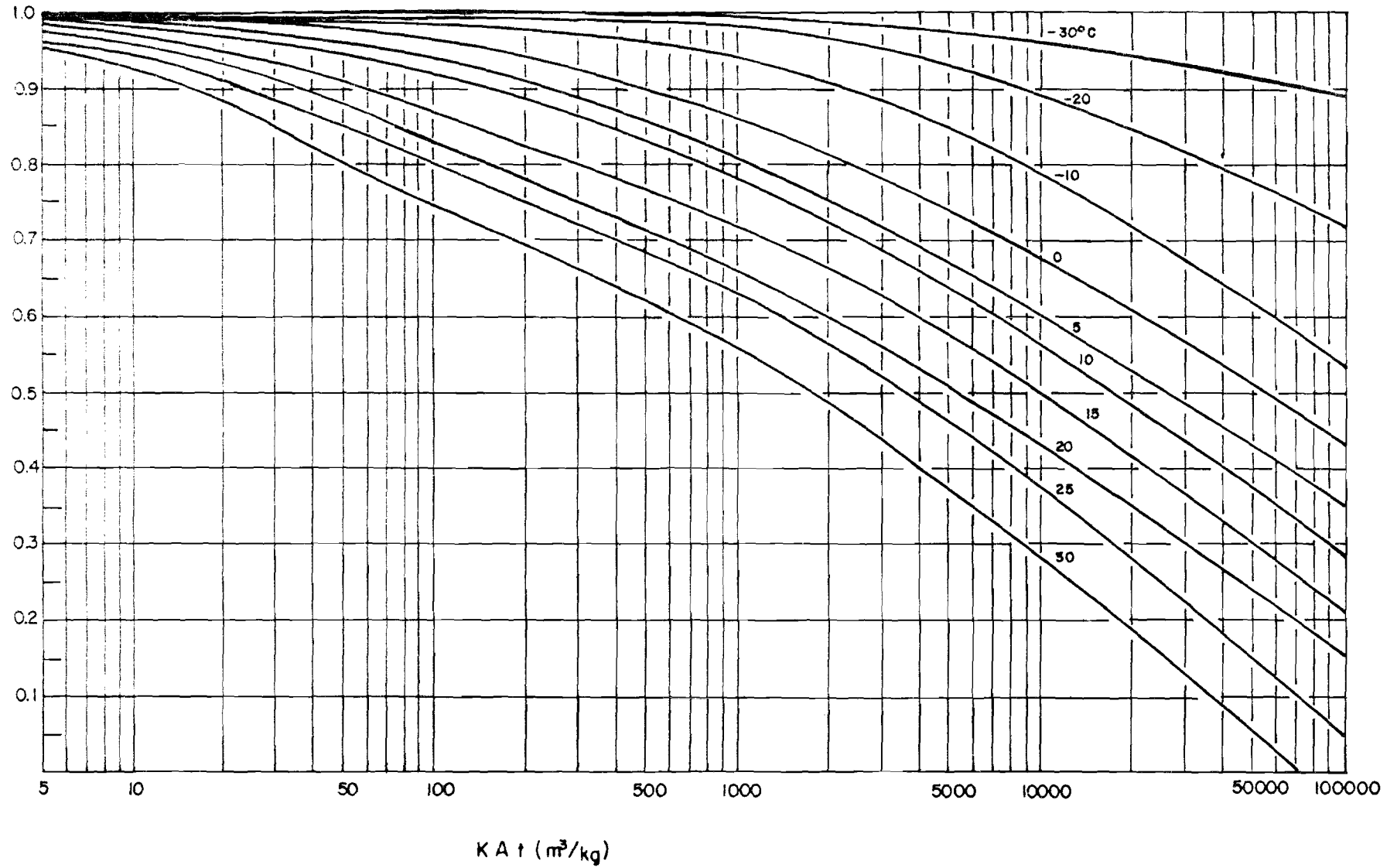
FRACCION REMANENTE DEL DERRAME
DESPUES DE LA EVAPORACION



3-29

Figura 3-13 - Curvas de evaporación para petróleo diesel de invierno

FRACCION REMANENTE DEL DERRAME
DESPUES DE LA EVAPORACION



3-30

Figura 3-14 - Curvas de evaporación para petróleo diesel de verano

FRACCION REMANENTE DEL DERRAME
DESPUES DE LA EVAPORACION

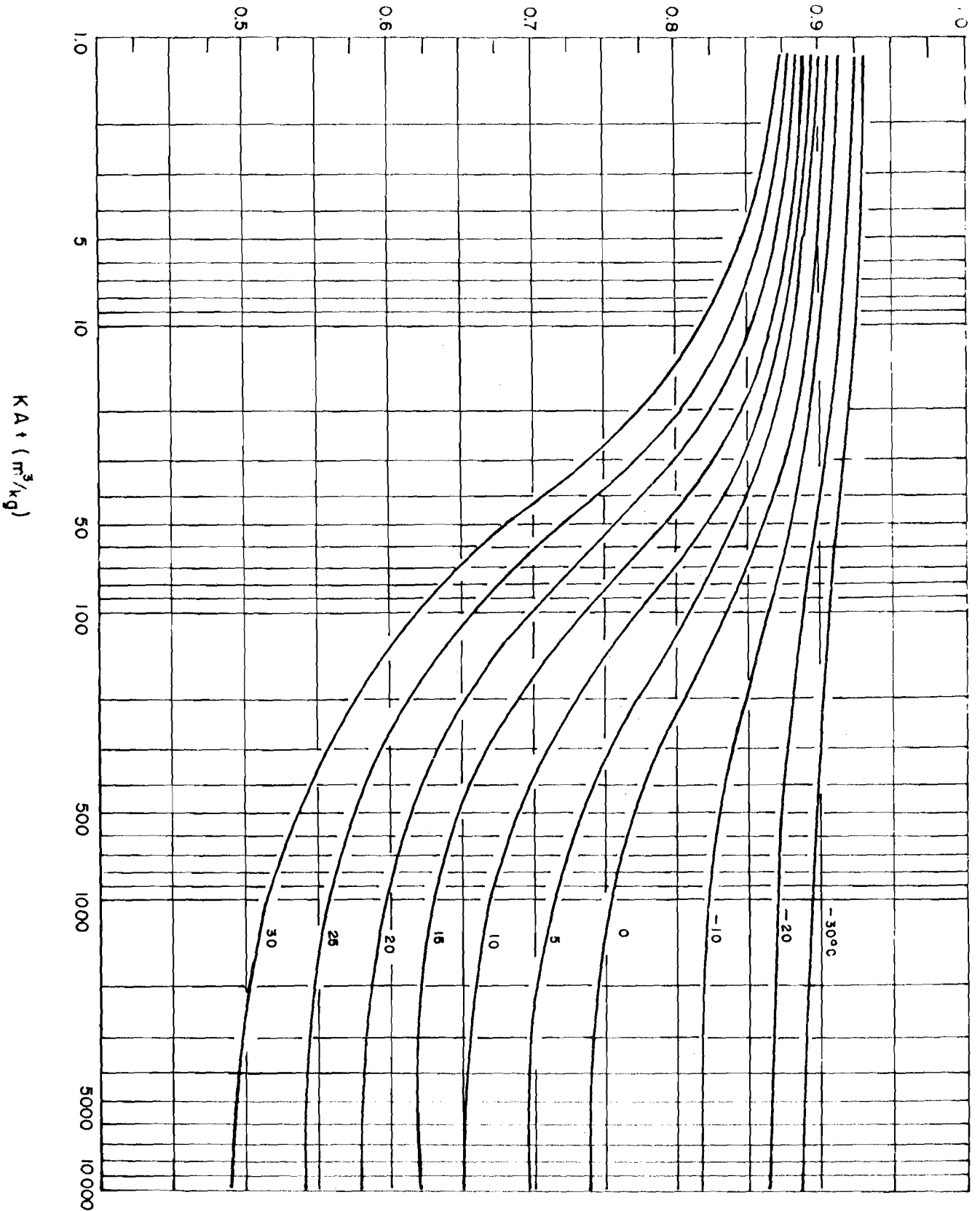


Figura 3-15 - Curvas de evaporación para petróleos crudos ligeros y medianos

FRACCION REMANENTE DEL DERRAME
DESPUES DE LA EVAPORACION

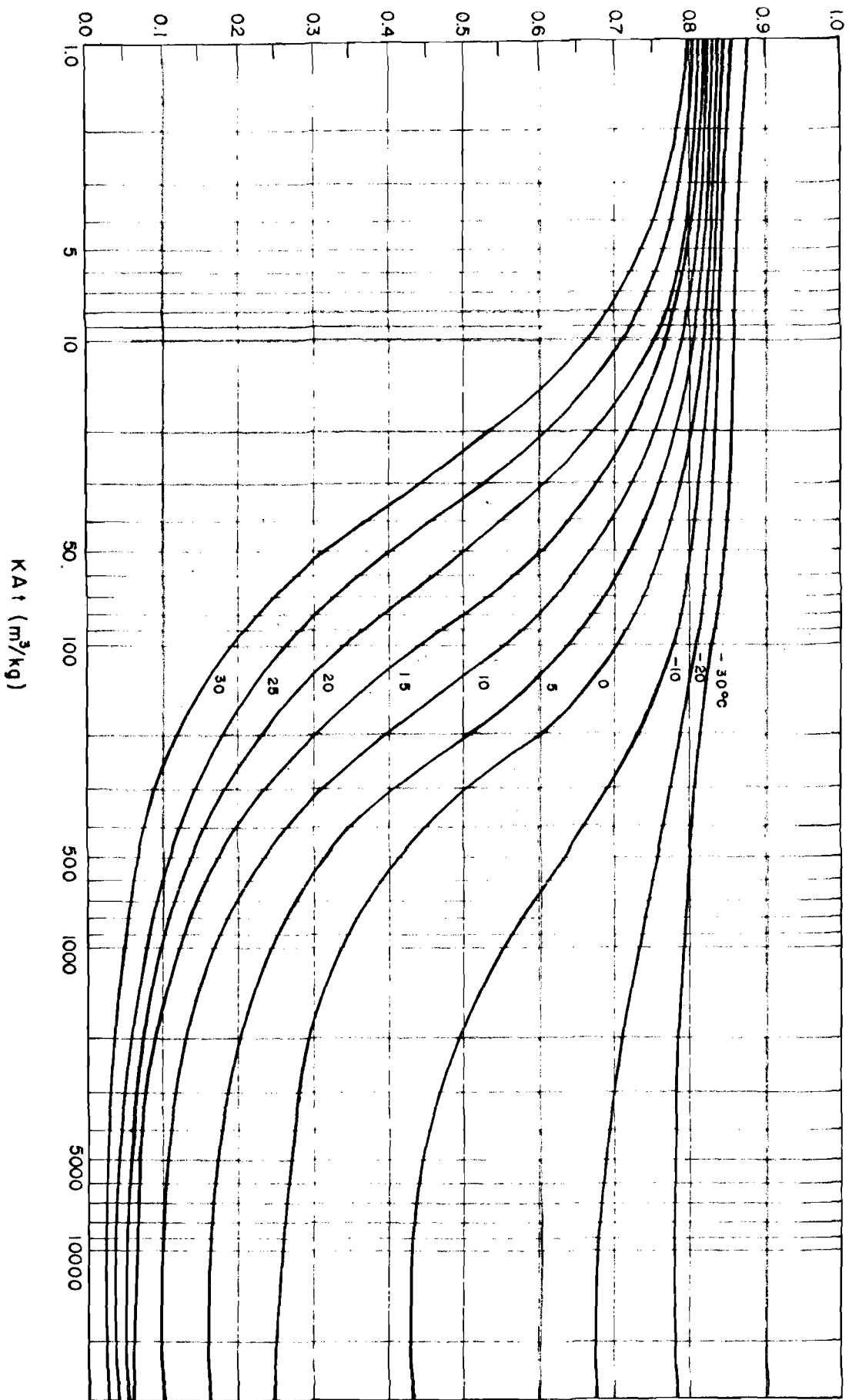


Figura 3-16 - Curvas de evaporación para Kerosene de aviación.

FRACCION REMANENTE DEL DERRAME
DESPUES DE LA EVAPORACION

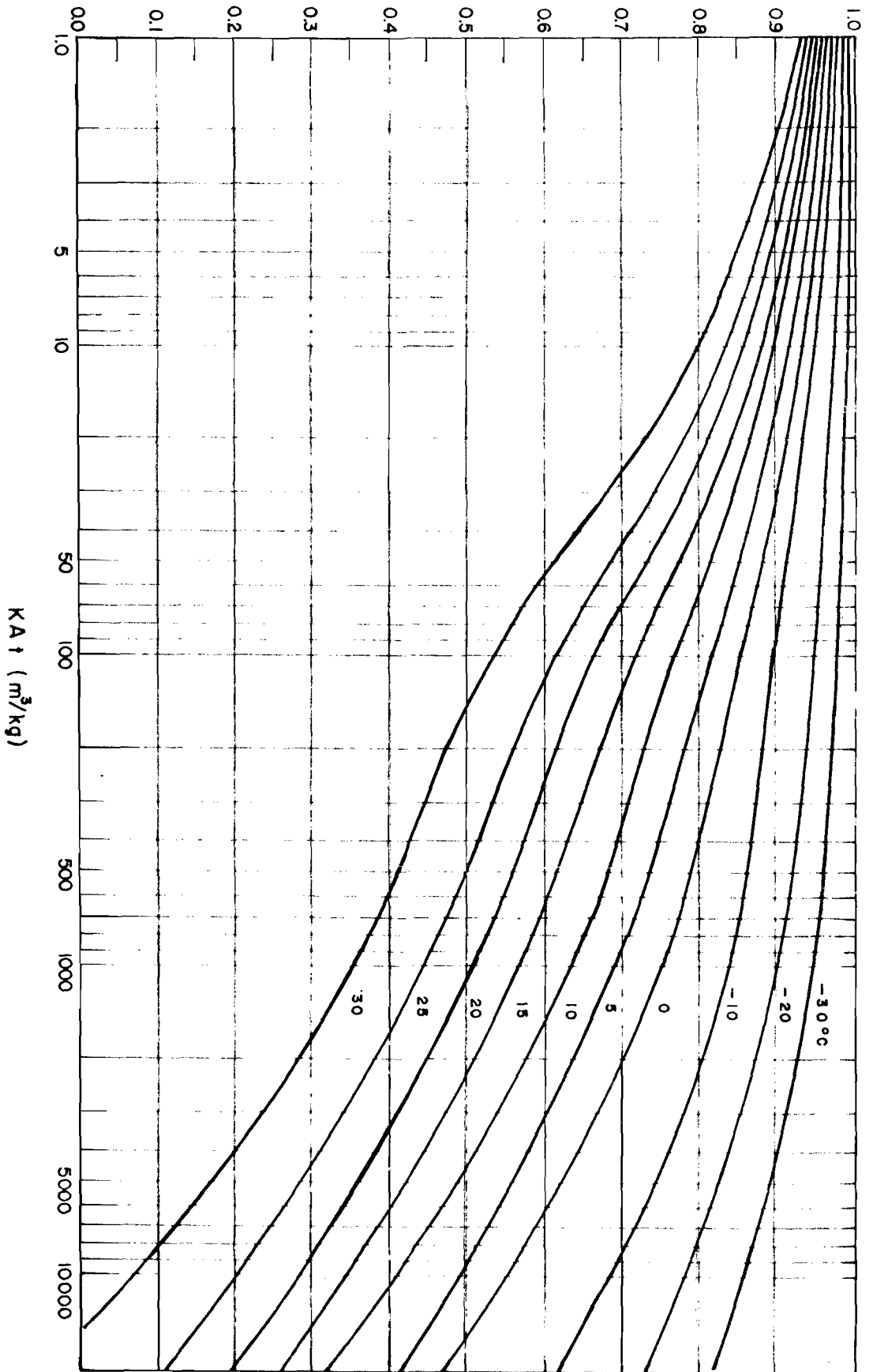


Figura 3-17 - Curvas de evaporación para Combustible Diesel No.: 2

CAPITULO 5
CONTENCION Y CONCENTRACION DEL DERRAME
(BARRERAS)

5.1 INTRODUCCION

Tal como se señaló en el Capítulo 3, el petróleo derramado en el mar tiende a extenderse formando una delgada película superficial que cubre un área considerable y su limpieza resulta muy difícil. Además, y simultáneamente, por efectos de vientos y corrientes la mancha se desplaza pudiendo alcanzar zonas críticas. En consecuencia, la contención y concentración del derrame es fundamental, aunque con frecuencia no es posible debido a condiciones ambientales adversas.

La contención del petróleo, en el más amplio sentido, puede efectuarse con tres propósitos:

- 1) Para mantener el petróleo en un lugar determinado,
- 2) Para mantener el petróleo alejado de una área determinada, y,
- 3) Para dirigir el petróleo hacia un punto determinado.

El cumplimiento de estos propósitos requiere la aplicación de técnicas y equipos cuya eficiencia dependerá del tipo y ubicación del derrame, y de las condiciones ambientales en el lugar. Además de los datos ambientales en el momento y lugar del derrame, frecuentemente será necesario predeterminedar las condiciones que prevalecerán durante la operación de limpieza.

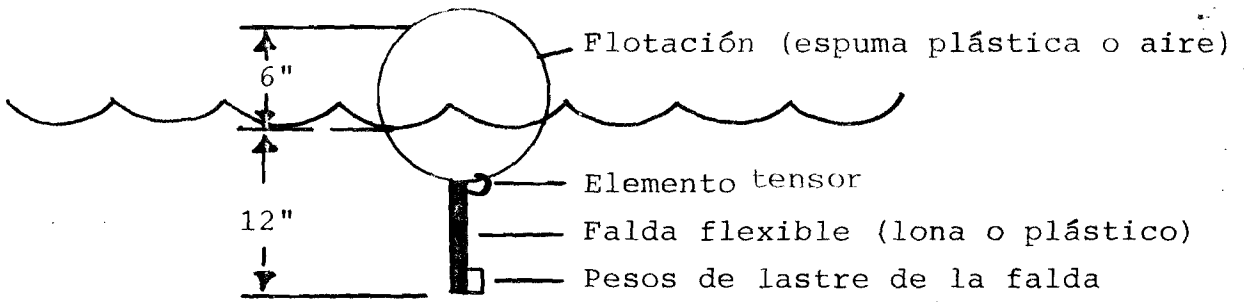
El tipo de derrame se refiere a la naturaleza de la descarga de petróleo. Puede tratarse de una descarga masiva única, descargas múltiples o una descarga continua desde un buque o una plataforma de producción.

La ubicación del derrame puede ser un río correntoso, una bahía de aguas someras, un estuario o alta mar. También se debe considerar la cercanía del derrame a áreas sensibles, tales como playas de recreación, santuarios ecológicos, parques nacionales, etc.

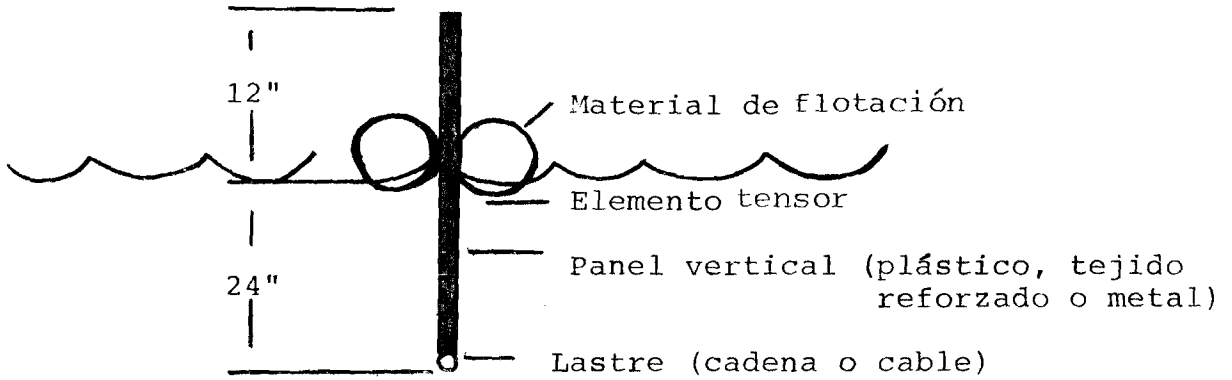
Las condiciones ambientales cubren aspectos tales como viento, oleaje, corriente, temperatura, claridad, etc.

Los métodos generalmente empleados para contener el petróleo son tres. Estos incluyen barreras mecánicas, barreras neumáticas (aire), y barreras químicas. El sistema más utilizado es la barrera mecánica.

Sin embargo, debe tenerse presente que la contención del petróleo es solamente una fase, quizás la más importante, de una operación completa, y no el único método para combatir efectivamente derrames de petróleo. La contención se lleva a cabo simul



BAHIA



ALTA MAR

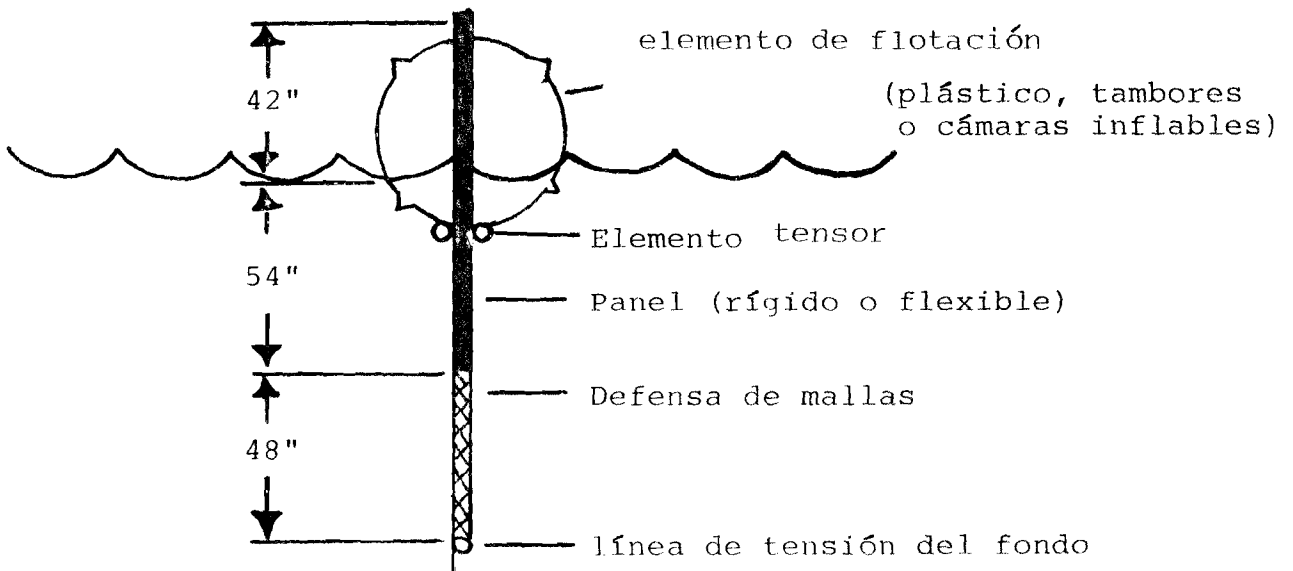


Figura 5-1 - Tipos de barreras

táneamente con otras técnicas y con otros equipos para el control y limpieza de derrames de petróleo.

5.2 BARRERAS

Las barreras, constituyen un elemento indispensable en el control de un derrame. Si se usan correctamente, y las condiciones lo permiten, pueden contener y confinar una área determinada, previniendo así que el petróleo se extienda sobre la superficie. Asimismo, pueden aumentar la capacidad de control del derrame de petróleo, orientando la mancha hacia un lugar deseado para su recolección, protegiendo una línea de playa u otra área, o aumentando el espesor de la mancha de petróleo, lo que hace más fácil la recolección y posterior disposición del petróleo.

5.2.1 Tipos de Barreras

Las barreras pueden clasificarse de varias maneras. Quizás la mejor manera de hacerlo es teniendo en consideración el escenario en que van a ser utilizadas. Desde este punto de vista, habrían tres tipos básicos de acuerdo al uso y estos son:

- 1) Barreras para aguas calmas
- 2) Barreras de bahía, y,
- 3) Barreras de alta mar.

En la figura 5-1 se ilustran los tres tipos de barreras.

Las barreras difieren principalmente en el tamaño. La barrera para aguas calmas generalmente tiene unos 45 cm. (18 pulgadas) de altura total, desde el extremo superior al extremo inferior sumergido, la barrera de bahía puede tener unos 90 cm. (36 pulgadas), y la barrera de alta mar entre 1.50 y 2.50 m. (60 y 100 pulgadas). Hay otras diferencias, además, en las características estructurales, resistencia a la tensión, materiales de construcción, flexibilidad, etc.

5.2.2 Elementos de una Barrera

En general, las barreras están formadas por los siguientes elementos (Ver Figura 5-2):

- 1) Un medio de flotación, que incluye un francobordo (vela), para contener el petróleo y evitar, en lo posible, que las olas la sobrepasen por encima.
- 2) Una falda o falsón para prevenir que el petróleo pase por debajo de la línea de flotación.

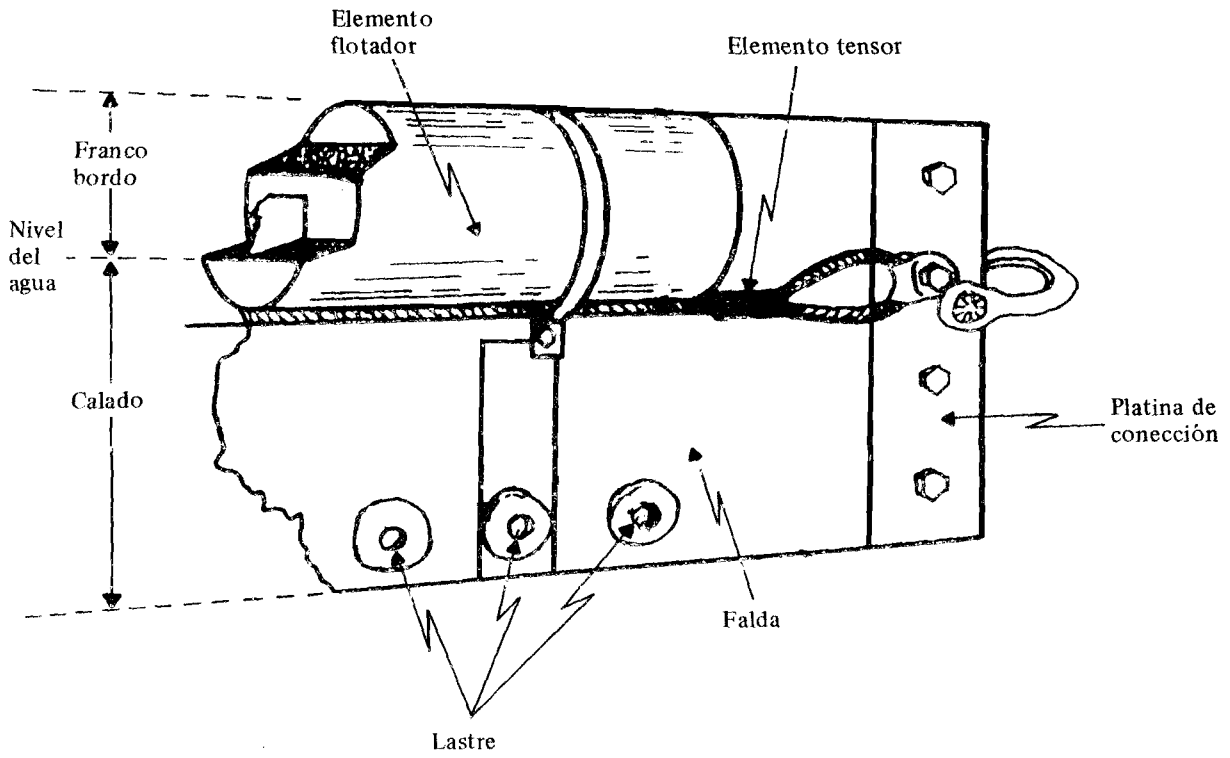
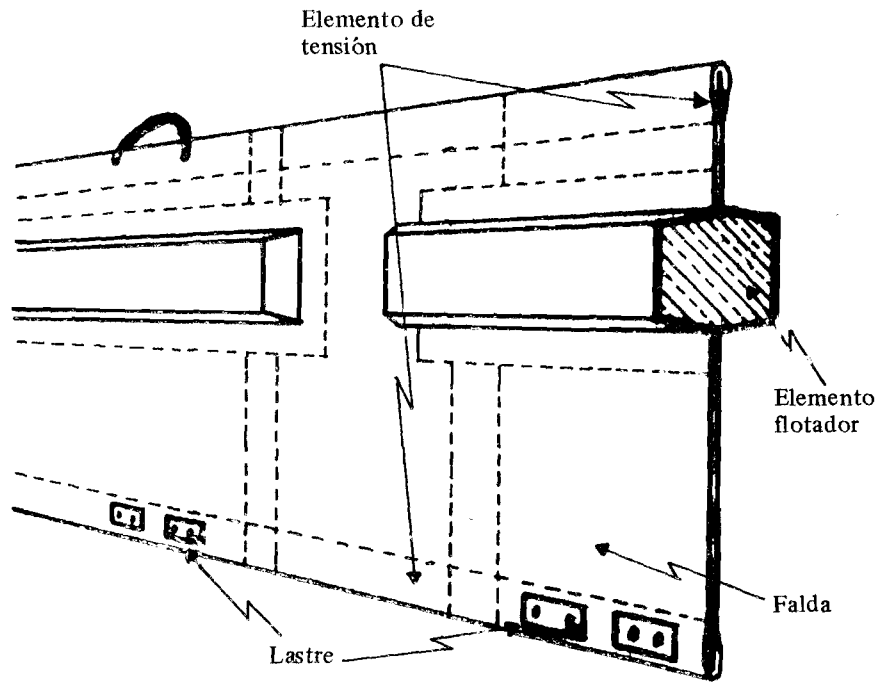


Figura 5-2 Componentes de una Barrera

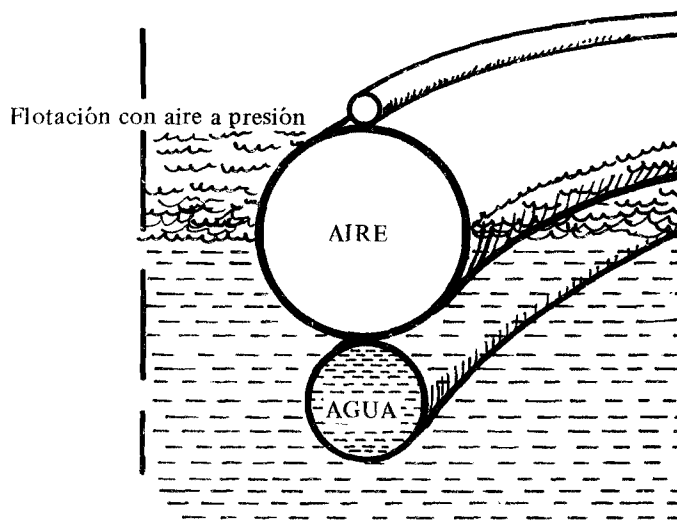


Figura 5-3 - Barrera plegable con aire a presión y agua como lastre

- 3) Un elemento tensor longitudinal que da la resistencia estructural a la barrera y permite fijar su anclaje.
- 4) Lastres o pesos, que en interacción con el elemento de flotación permiten la verticalidad de la barrera.

5.2.3 Materiales de fabricación

Con el fin de mantener las condiciones marineras de la barrera bajo todas las condiciones de uso, los materiales utilizados en su fabricación deben ser suficientemente resistentes al petróleo, al agua salada, a la luz del sol, a las condiciones meteorológicas, olas, corrientes y vida biológica del agua, tales como broma, peces, insectos, incrustantes, etc. Los materiales deben ser también resistentes a la acción de desechos sólidos que pueden estar flotando en el petróleo, tales como madera, tarros, etc; deben resistir, también, golpes y roces contra pilares o embarcaciones menores; y además, soportar los continuos movimientos del mar sin que ésto produzca rasgones, raspaduras o pérdida de rendimiento.

Casi todas las barreras son fabricadas usando combinaciones de plásticos, goma, fibras gruesas, metales resistentes al agua de mar, y madera.

Es importante tomar en cuenta, que las barreras, y el material utilizado en su fabricación, deben ser fácilmente reparados, utilizando equipos y herramientas sencillas, aún con la barrera en el agua.

5.2.4 Flotación y lastre

La flotación de las barreras puede ser proporcionada por espuma plástica u otros materiales sintéticos, madera, corcho, o mediante aire u otros gases que puedan estar contenidos en depósitos cerrados de la barrera misma.

En cualquier caso se necesita lastre para mantener la falda sumergida y el francobordo en forma vertical. La mayoría de las barreras utilizan pesos de metal o cadenas como lastre. En algunas barreras se utiliza agua como elemento de lastre. Ver figura 5-3.

Actualmente existe una gran variedad en los diseños y métodos de fabricación de barreras, y continuamente, como resultado de la experiencia adquirida se siguen desarrollando técnicas para mejorarlas. En los últimos años había una fuerte tendencia hacia barreras resistentes, de poco peso, compactas, infladas por aire y fácilmente desplegadas.

5.2.5 Fuerzas que actúan sobre las barreras

Antes de analizar los diversos aspectos del despliegue de una barrera es importante entender cuales son las fuerzas que afectan el comportamiento de una barrera en el agua. El conocimiento de estas fuerzas y efectos servirá para:

- 1) Determinar cuando, como y donde desplegar más fácilmente una barrera;
- 2) Asegurarse que la barrera es usada de la manera más ventajosa posible en una situación dada; y
- 3) Contribuir sustancialmente al éxito de la operación de contención.

Corrientes-tensión en la barrera

Cuando una barrera se coloca en una corriente, detiene el avance del agua en la superficie, la que a su vez ejerce una presión sobre la barrera. Esta presión depende de varios factores, y produce una tensión longitudinal en la barrera, que en algunos casos puede sobrepasar su límite de resistencia y romperla. Por lo tanto, es indispensable que el operador conozca los factores que producen tensión en la barrera, y la manera en que varían con las condiciones de operación de la barrera.

Los principales factores que influyen en la tensión de la barrera son:

- 1) La velocidad de la corriente (o la velocidad de remolque de la barrera). La tensión es proporcional al cuadrado de la velocidad de la corriente. Por ejemplo, una corriente (o remolque) de 0.5 nudos, al variar a 2.0 nudos, aumenta en 16 veces la tensión de la barrera.

Obsérvese que ésto también implica que la fuerza de remolque (o sobre el sistema de anclaje) aumenta en la misma proporción, es decir, 16 veces en el ejemplo.

- 2) El área frontal de la barrera, proyectada transversalmente a la corriente (o a la dirección de remolque). La tensión es proporcional a esta área, dada por el calado o profundidad de la barrera, y el ancho de la curva formada por la barrera, medido transversalmente a la corriente.

En otras palabras un remolque muy abierto (con dos lanchas) de la barrera, o un anclaje de extremos muy separados produce una tensión en la barrera mucho mayor que cuando la curva es cerrada.

- 3) Otros elementos de menor significación serían la forma de la curva de la barrera, y la densidad del agua.

De lo anterior se desprende que el efecto combinado de la corriente (o velocidad de remolque), y la abertura transversal de la barrera, debe ser cuidadosamente observado y planificado, especialmente en el caso de corrientes fuertes (o el uso de lanchas poderosas), para evitar la ruptura de la barrera. Además, cuando el viento es fuerte y tiene la misma dirección de la corriente, produce el mismo efecto y aumenta la tensión en la barrera.

Corrientes-contención del petróleo

Desde el punto de vista de la contención y concentración de un derrame, el efecto de la corriente (o velocidad de remolque) en la barrera es importante, ya que, en general:

- 1) Si la corriente es superior a 0.7 nudos, perpendicular a la barrera, el petróleo se desplaza por debajo, produciéndose el efecto de contención. Debe entonces recurrirse a la colocación de la barrera en ángulo con la corriente. Si la corriente (o el remolque) es superior a 3.5 nudos, la contención será imposible, a pesar del ángulo. Ver figuras 5-4 y 5-5
- 2) La corriente flectará (o curvará) la barrera formando un "bolsillo" donde se acumula el petróleo derramado. Sin embargo, si existe un viento fuerte y con distinta dirección a la corriente, o bien la corriente cambia de dirección; entonces la mancha no se acumulará en el bolsillo y no habrá contención. Ver figuras 5-6 y 5-7.

Viento, olas y marejadas

A menudo el viento es el factor que controla el movimiento de una mancha sobre la superficie del agua. El viento, al igual que la corriente, también actúa como una fuerza directa sobre el área de francobordo de una barrera (vela). Esta fuerza puede ser opuesta a la fuerza de la falda resultando en una inestabilidad tal como se muestra en la figura 5-8.

Las olas y marejadas alteran la superficie del agua. La barrera debe ser suficientemente flexible como para seguir el contorno del oleaje, y mantener un francobordo constante. Las olas que golpean el francobordo de una barrera producen una fuerza momentánea sobre la barrera, que puede ser varias veces superior a la fuerza de la corriente. Para soportar el oleaje, la barrera debe ser mucho más resistente que aquella que se utilizará en aguas tranquilas.

El efecto de las corrientes excesivas, vientos, olas y marejadas, producen fallas funcionales o mecánicas en el uso efectivo de las barreras. Las fallas funcionales de las barreras se muestran en las figuras 5-9. Estas son de tres tipos:

- 1) La salpicadura, que ocurre cuando las olas sobrepasan el francobordo de la barrera. La altura de las olas combinada con marejadas cortas pueden causar que el agua salte por sobre el francobordo. Fig. 5-9 a.
- 2) El arrastre, que ocurre cuando pequeñas gotas son arrastradas por debajo de la falda por la corriente de agua que fluye entre 0,7 a 1,25 nudos.
- 3) El drenaje, que resulta del efecto de succión de una fuerte corriente de agua que se desplaza por debajo de la falda de la barrera.

5.3 LANZAMIENTO Y DESPLIEGUE DE UNA BARRERA

5.3.1 Generalidades

El lanzamiento de una barrera es el primer paso en el despliegue de una barrera. Los métodos de lanzamiento varían dependiendo de las características de la barrera, (tamaño, peso, características de manejo), y de la situación del petróleo derramado. En aguas calmas, o en una bahía, la barrera será normalmente botada al agua desde un muelle o una playa y remolcada por una embarcación hasta el lugar del derrame. En alta mar las barreras son normalmente lanzadas desde barcasas con elementos especiales. La experiencia indica que durante las operaciones de lanzamiento las barreras generalmente sufren rajaduras y corte.

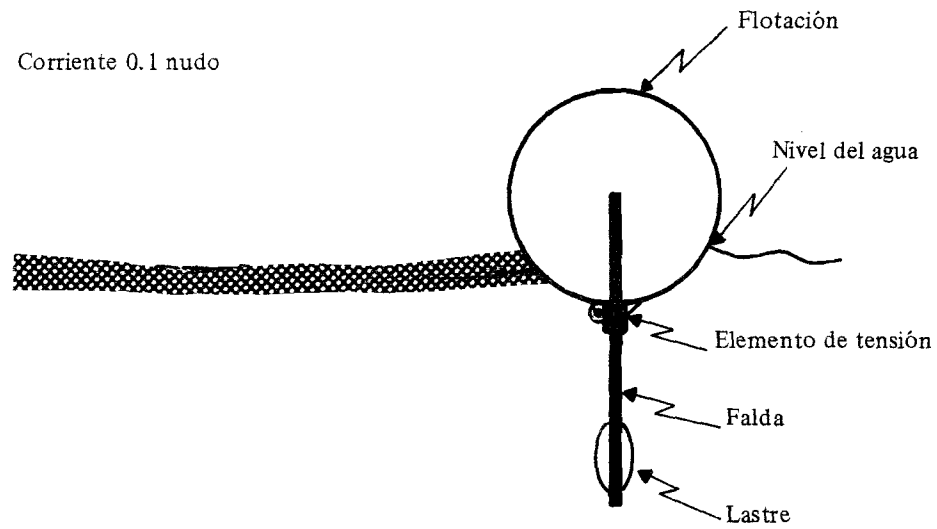
Como se señaló anteriormente, las corrientes y el viento son las fuerzas más importantes que afectan el lanzamiento de las barreras. Estas fuerzas debieran ser siempre sobreestimadas (y jamás subestimadas) para asegurar que la barrera está siendo desplegada correctamente. Las figuras 5-10 y 11 muestran dos casos de lanzamiento de una barrera; en contra y a favor de la corriente. Los lugares de lanzamiento deben ser cuidadosamente elegidos en relación a los vientos y corrientes prevalecientes.

Algunos sistemas contenedores de barreras (o sistemas recolector-barrera) son portátiles, y pueden ser llevados hasta el lugar del derrame, y allí la barrera es lanzada desde un bote o embarcación. Una representación diagramática del lanzamiento de una barrera desde un sistema especializado se muestra en la figura 5-12.

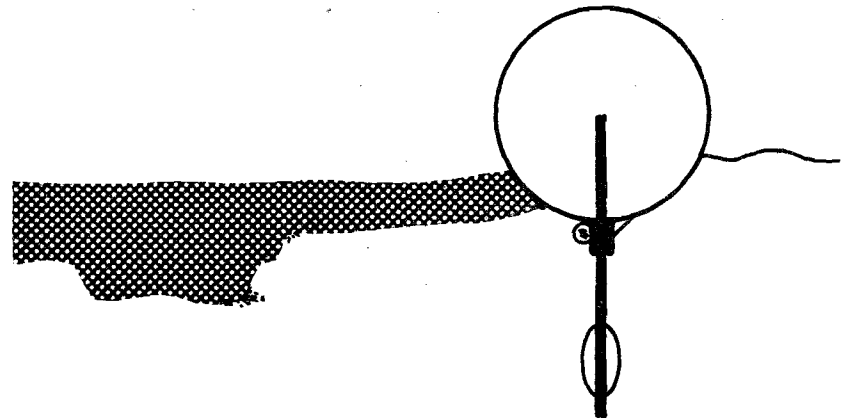
Algunos puntos importantes que considerar en el lanzamiento de una barrera se indican a continuación:

- 1) Toda conexión y ajuste deberá ser efectuada antes del

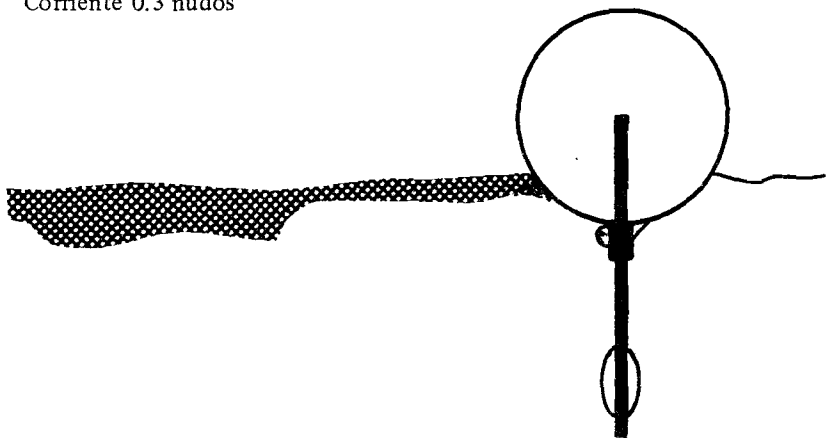
Corriente 0.1 nudo



Corriente 0.5 nudos



Corriente 0.3 nudos



Corriente > 0.7 nudos

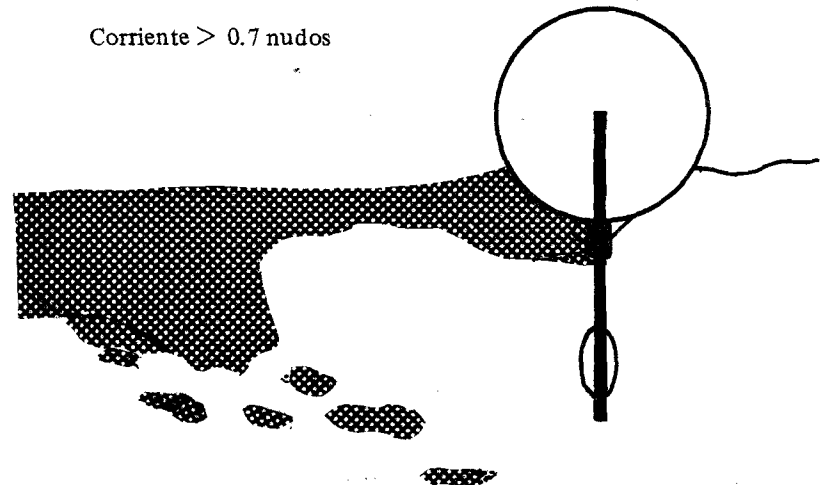


Figura 5-4 El Fenómeno de Arrastre

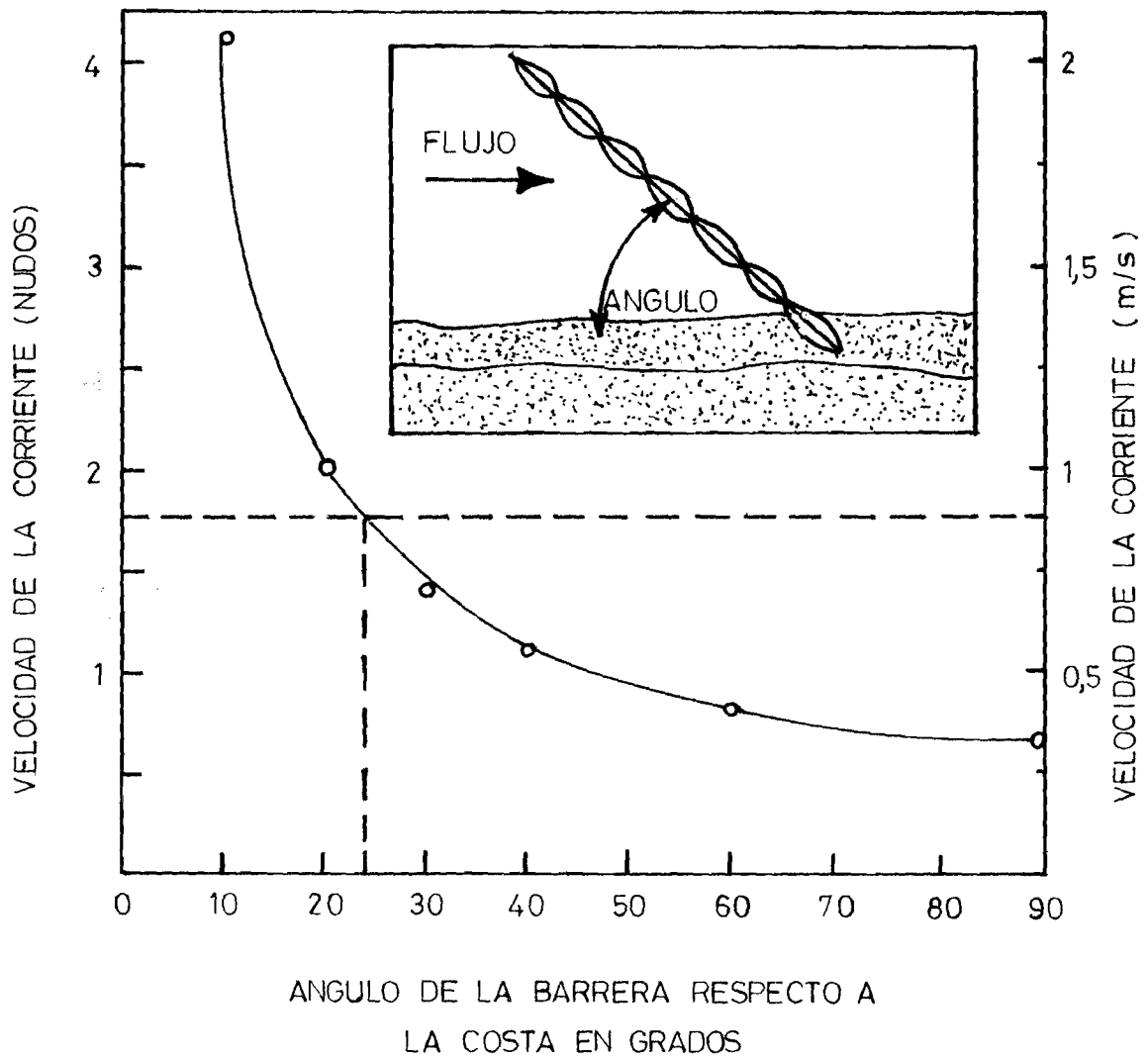


FIGURA 5-5 - Angulo de la barrera para diferentes corrientes

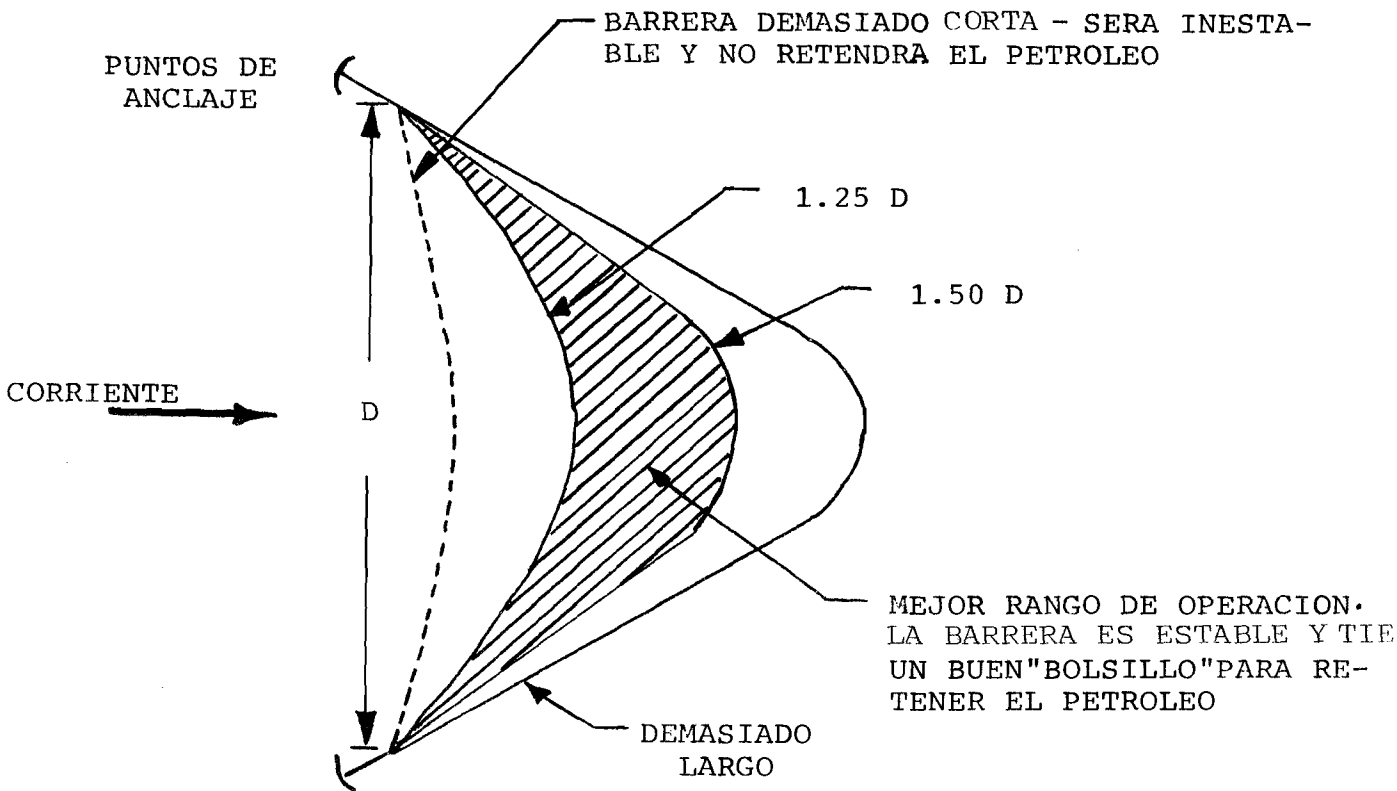


Figura 5-6 - Largo óptimo de una barrera simétrica.

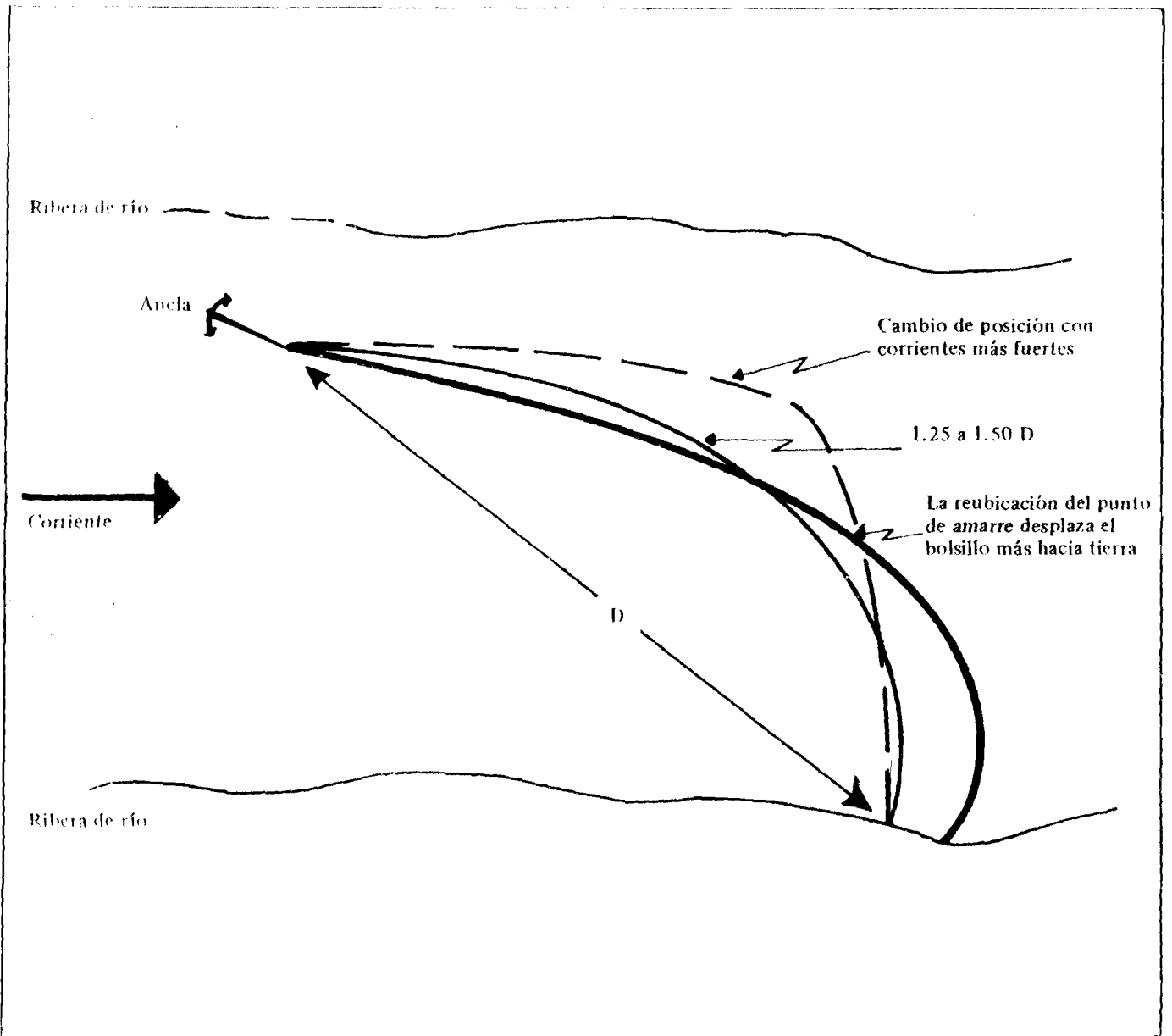


Figura 5-7 - Longitud Optima de una Barrera Asimétrica

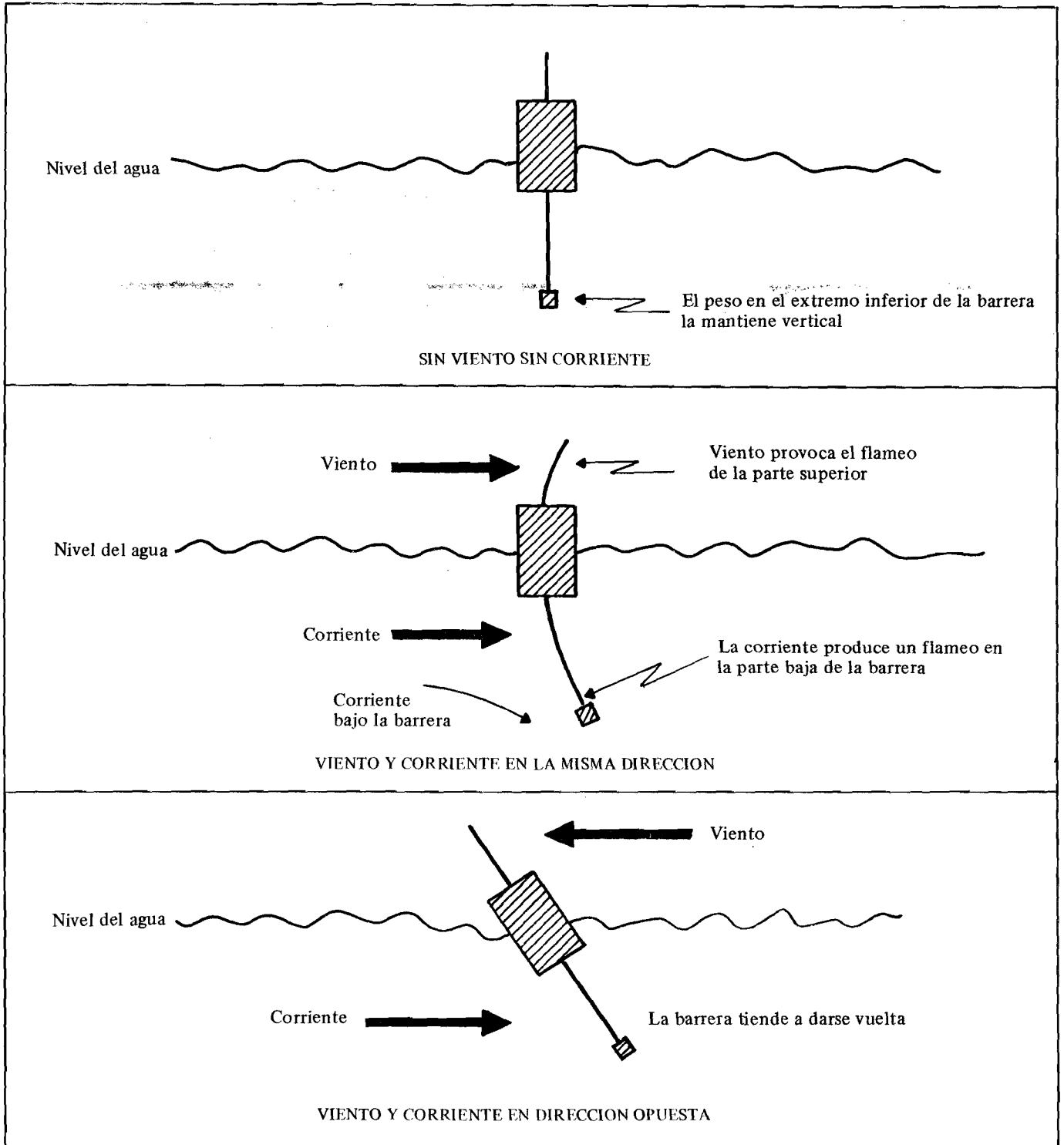


Figura 5-8 Efecto de la Corriente y el Viento sobre la Barrera colocada en angulo recto con la Corriente

DIRECCION DEL VIENTO
Y DEL OLEAJE



SALPICADURA: EL PETROLEO
PASA POR ENCIMA DE LA
BARRERA

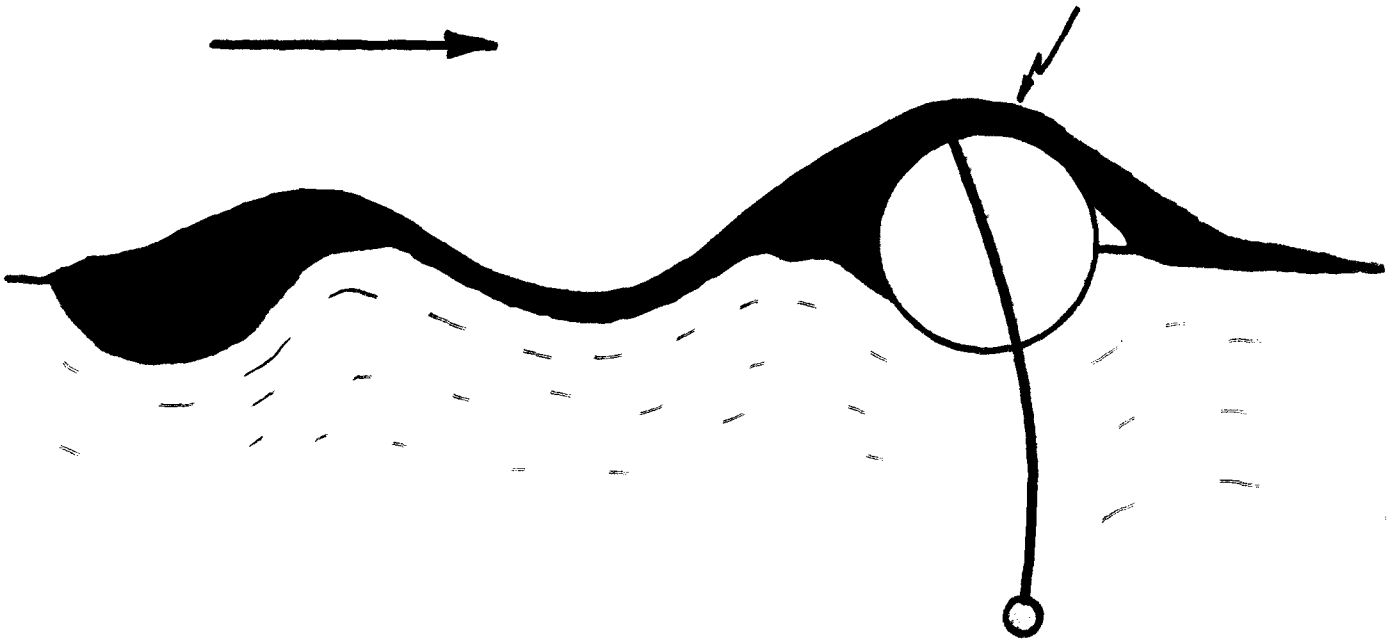
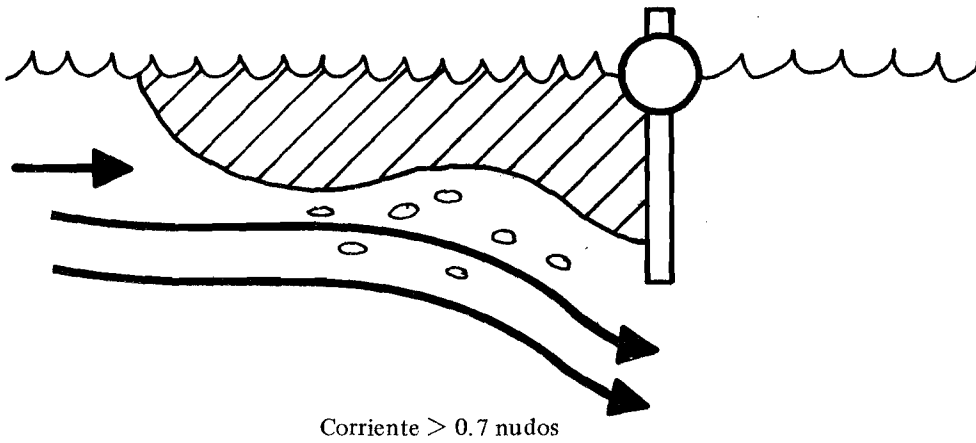
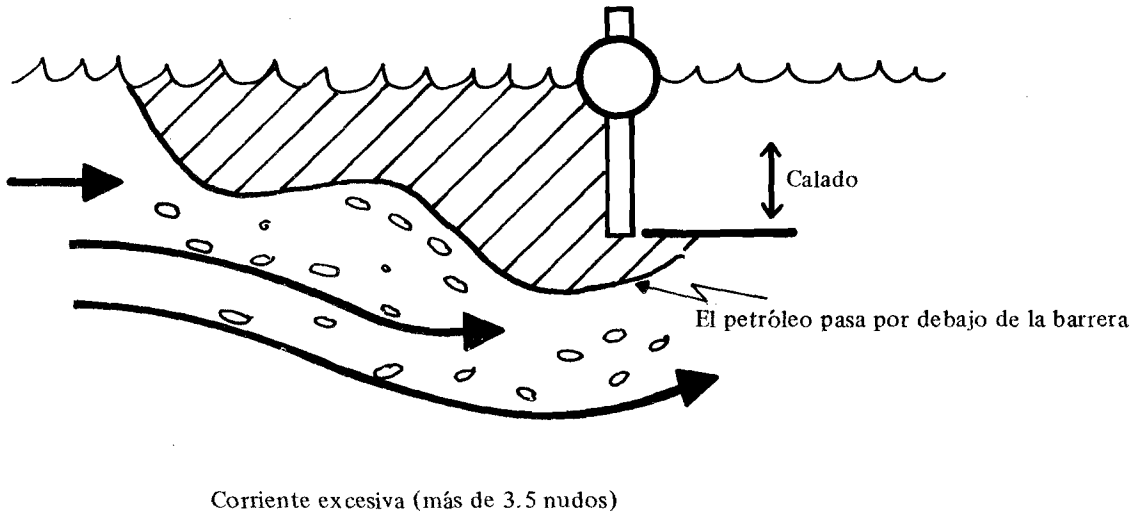


FIGURA 5-9 a - Tipos de fallas en las barreras
(Salpicadura)

ARRASTRE



DRENAJE



Corriente excesiva (más de 3.5 nudos)

Figura 5-9b - Tipos de Fallas en las Barreras

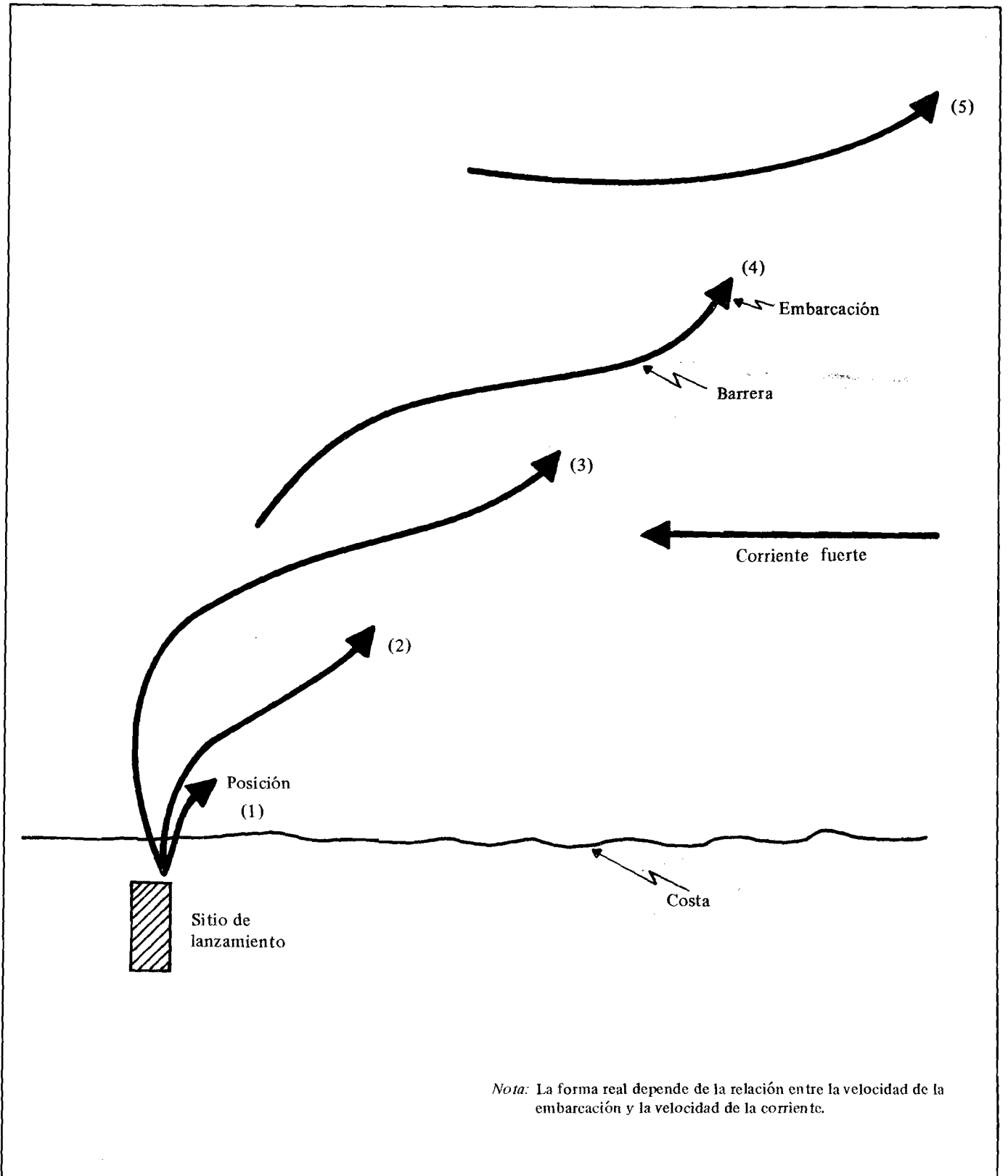


Figura 5-10 - Barrera desplegada en ángulo, contra una fuerte corriente

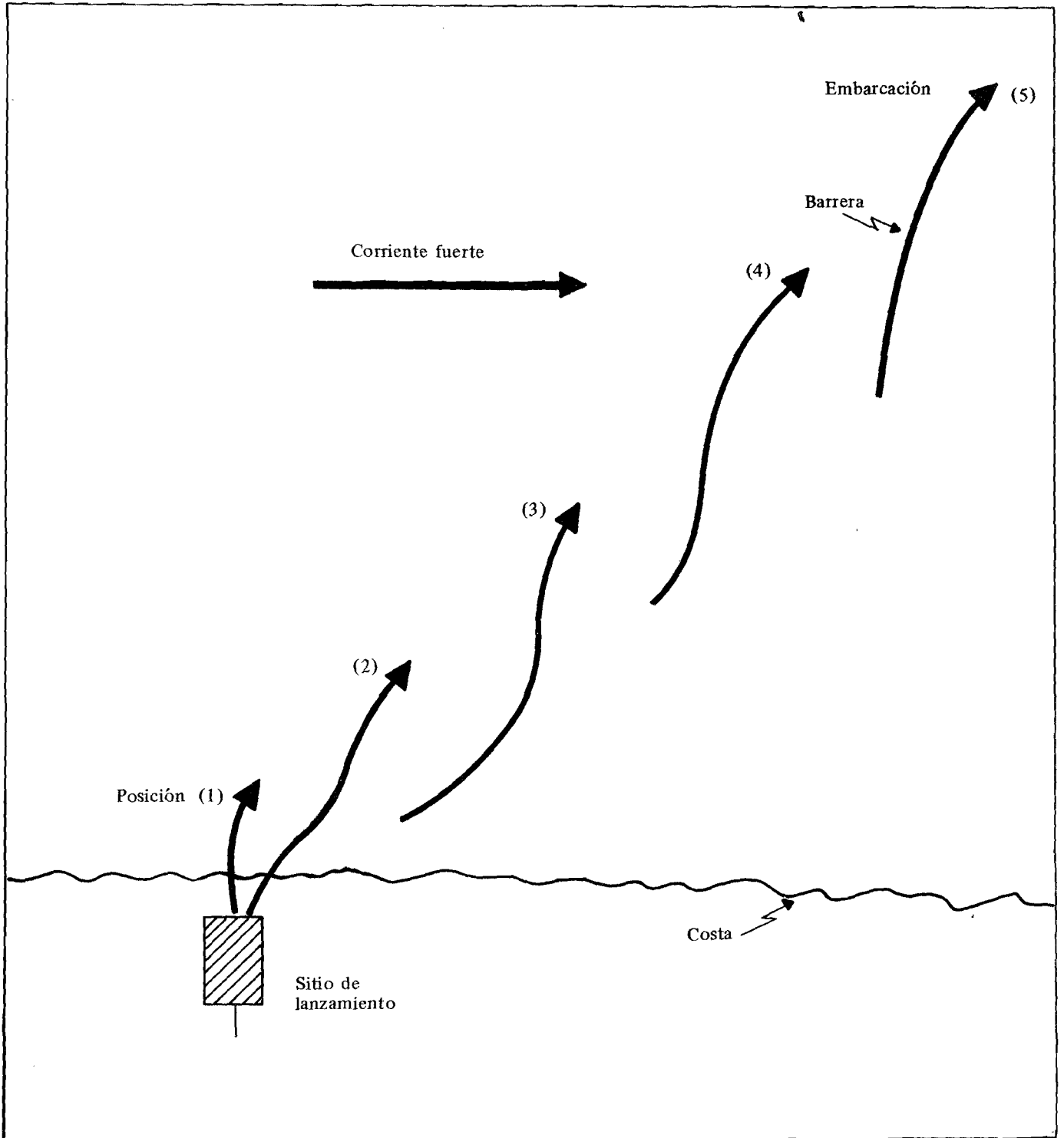


Figura 5-11 - Barrera desplegada en un ángulo a favor de una fuerte corriente

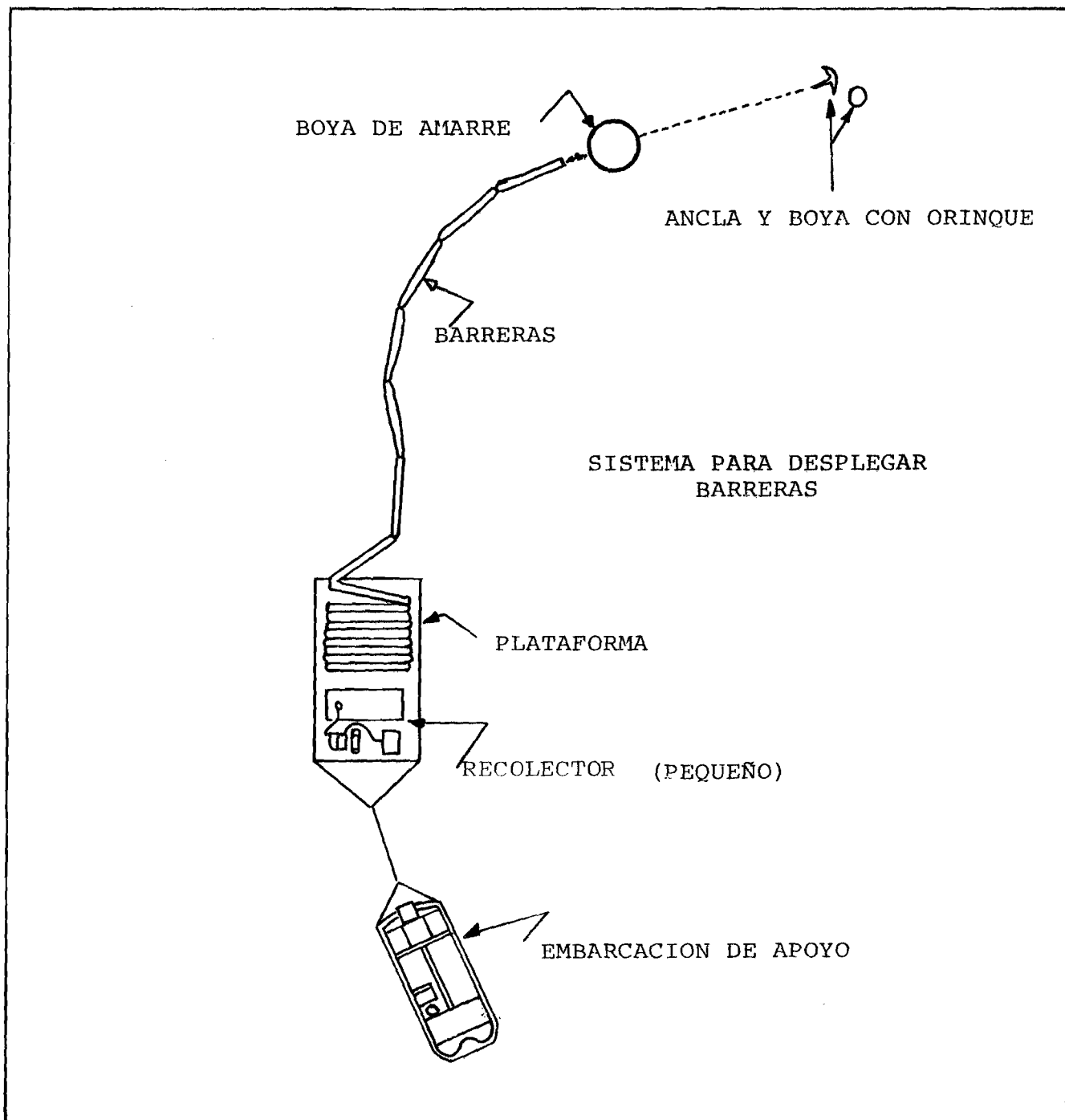


Figura 5-12- Instalación del sistema de amarre y despliegue de la barrera.

lanzamiento. Es mucho más fácil trabajar en una plata forma seca que desde una pequeña embarcación.

- 2) Debe evitarse que la barrera se tuerza o se produzcan cocas durante el lanzamiento.
- 3) Debe asegurarse la continuidad de la falda y de los elementos de tensión.
- 4) Las conecciones deben ser compatibles con los puntos de amarre en la barrera.
- 5) Las barreras pueden estar amarradas temporalmente desde un solo extremo y permitir que la corriente o el viento las hagan derivar.
- 6) Durante las horas de oscuridad, las barreras y sistemas de amarre, deben contar con luces ya que obstruyen la navegación.

Debido a que el petróleo se extiende rápidamente sobre la superficie del agua, para lograr una operación de limpieza eficiente, es necesario que la operación de contención sea rápida. La velocidad en el despliegue de una barrera depende del número de personas disponibles (y su experiencia); de las condiciones de tiempo; y de la disponibilidad de cualquier equipo especial de apoyo (huinches, llaves, etc.), para mover la barrera desde el almacenamiento hasta el sitio de lanzamiento, lanzarla y desplegarla alrededor del derrame. Si es necesario conectar placas de remolque o dos secciones de barreras, el tiempo de respuesta aumenta. Una barrera inflable disminuye el espacio de almacenamiento, pero aumenta el tiempo de despliegue. En consecuencia, la preplanificación, la capacitación y los ejercicios pueden disminuir notablemente el tiempo de respuesta.

Remolque de una Barrera

El remolque es una de las formas de transportar la barrera hasta el lugar del derrame, y también es usado en ciertas operaciones de despliegue. La mayoría de las barreras pueden ser remolcadas, efectivamente, desde uno de sus extremos, a baja velocidad. Cuando una barrera es remolcada a alta velocidad, al transportarle al lugar, o desde ambos extremos en operaciones de contención/concentración del petróleo; se producen fuertes tensiones en la barrera. Estas fuerzas pueden causar que la barrera se tuerza o se dé vuelta en el agua. Para remolcar la barrera contra estas fuerzas se necesitan embarcaciones con bastante poder; y también, la barrera debe ser bastante resistente.

Amarre de una Barrera

La instalación permanente de una barrera requiere de un

adecuado sistema de amarre. Este debe ser lo suficientemente firme para mantener la barrera en su lugar, considerando las fuerzas que actúan sobre ella, que ya hemos mencionado previamente. Los puntos de amarre en tierra pueden ser tan simples como un árbol cercano, algunas estacas o cañerías, muelles, pilotes o anclas que han sido enterradas en tierra, etc. Ver figura 5-13. Fre-cuentemente, el amarre fijo de la barrera presenta dos problemas

- 1) Los cambios de nivel producidos por las mareas; y
- 2) La presencia de oleaje o rompientes.

En ausencia de mareas, el extremo de la barrera puede fijarse a cualquier estructura firme, o superficie inclinada. Estructuras metálicas soldadas o apernadas, tales como ángulos de fierro, generalmente son fáciles de encontrar. Cuando hay mareas, en el extremo de la barrera se puede colocar una guía deslizante, de manera que la barrera pueda seguir los cambios de nivel de la marea. Si esto no pudiera hacerse, entonces la barrera debe ser amarrada a la altura de la marea más alta. Sin embargo, en estos casos, el petróleo puede escapar por debajo del extremo de la barrera, que queda colgando cuando la marea está baja.

El amarre de una barrera en el agua presenta algunos problemas especiales. Se debe usar un ancla apropiada a la calidad del fondo, y que pueda mantener fija a la barrera no obstante las fuerzas que se espera a que esta estará expuesta. En general, se recomienda el uso de un ancla tipo Danforth. La mayoría de las barreras tienen una reserva de flotación limitada; de ahí que se necesite una flotación adicional al extremo de la barrera. También es conveniente colocar una boya de marca para el ancla, la que además de servir de señal, permita recuperar dicha ancla. Se recomienda utilizar cuerdas de nylon para amarrar la barrera.

5.3.2 Formas básicas de contención con barreras

Debido a su flexibilidad, las barreras pueden ser amarradas o remolcadas formando figuras tales como una "U" o una "O".

La barrera en forma de "U" es utilizada en manchas que derivan con el viento o con la corriente, tal como se explica en la figura 5-14. Es preferible, en estos casos, que la barrera quede estacionaria y utilizar los movimientos de la corriente y del viento para atrapar la mancha. El remolque de una barrera desde sus extremos, con dos embarcaciones, es ejemplo de despliegue en forma de "U". Se debe tener presente que la forma en "U" es efectiva solamente si la corriente no es muy fuerte y tiene una dirección determinada. Cuando la corriente es rápida, el método podría adaptarse variando el ángulo entre la barrera y la corriente.

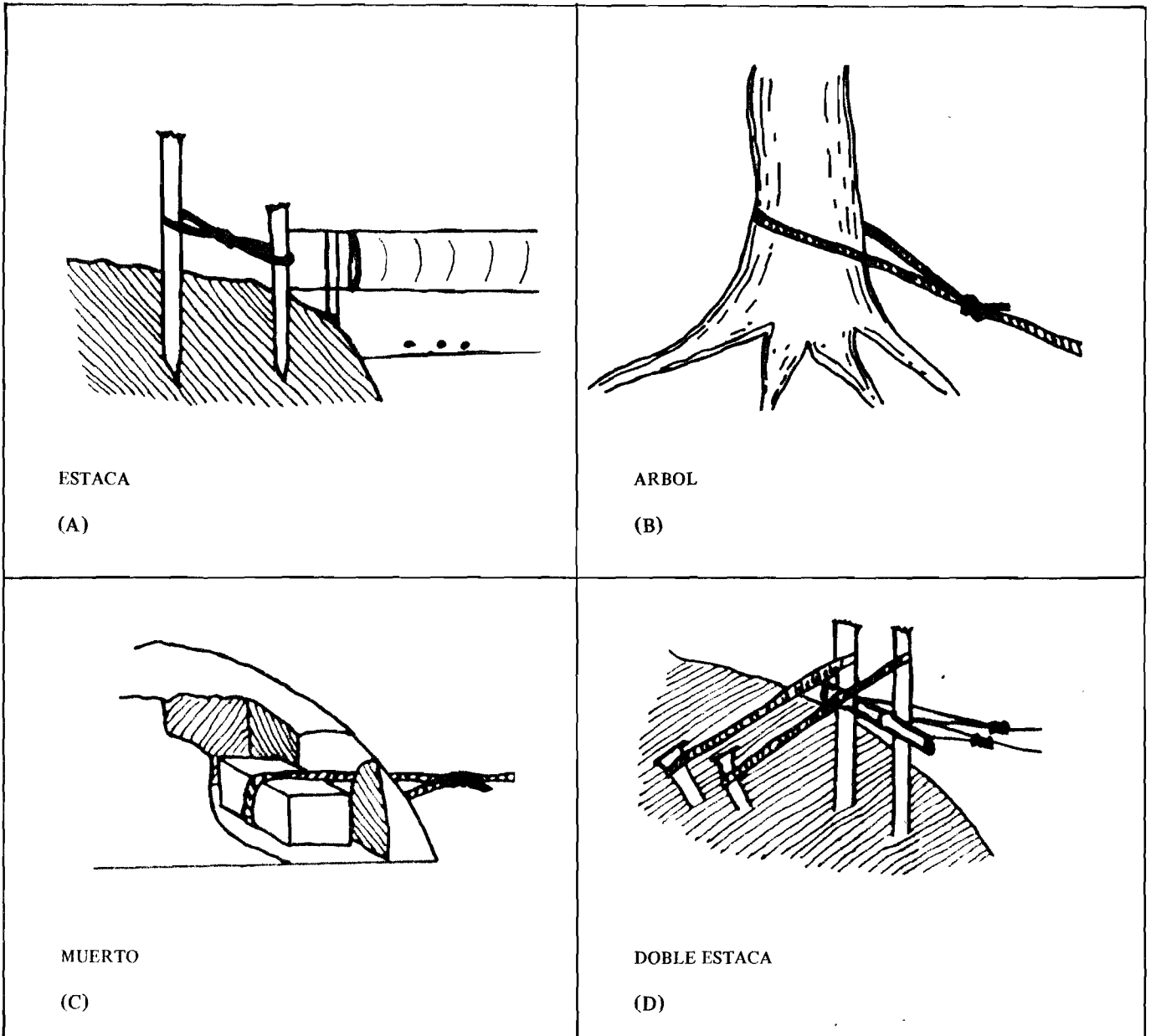


Figura 5-13 - Sistemas de amarre fijo en tierra

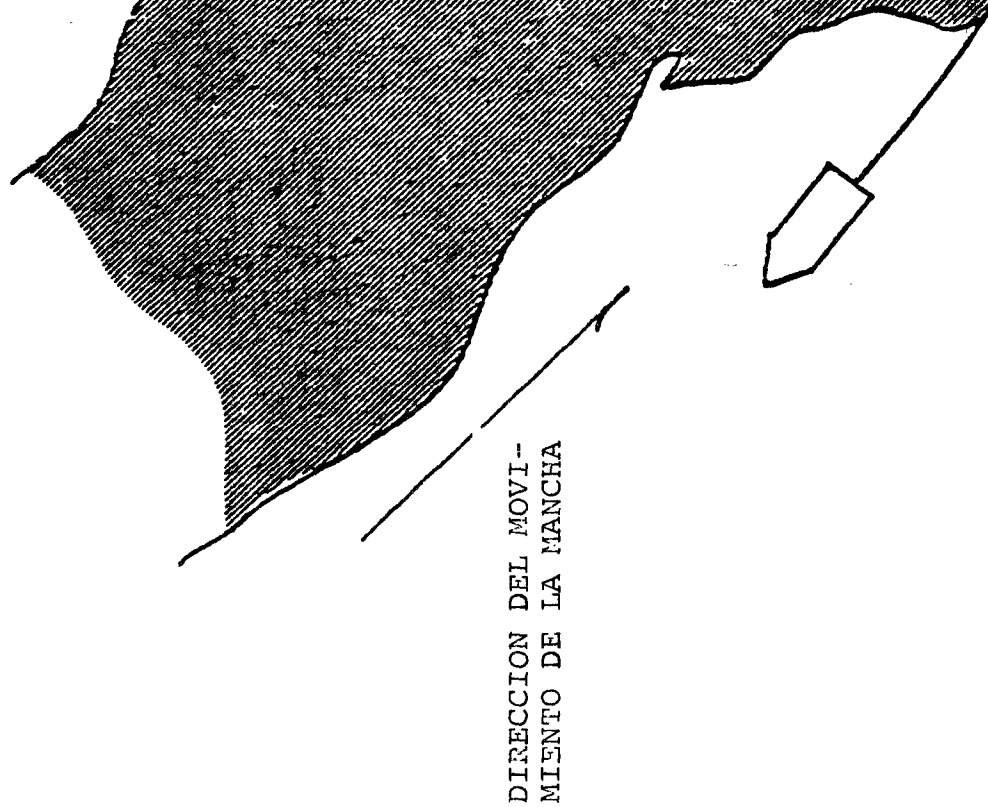
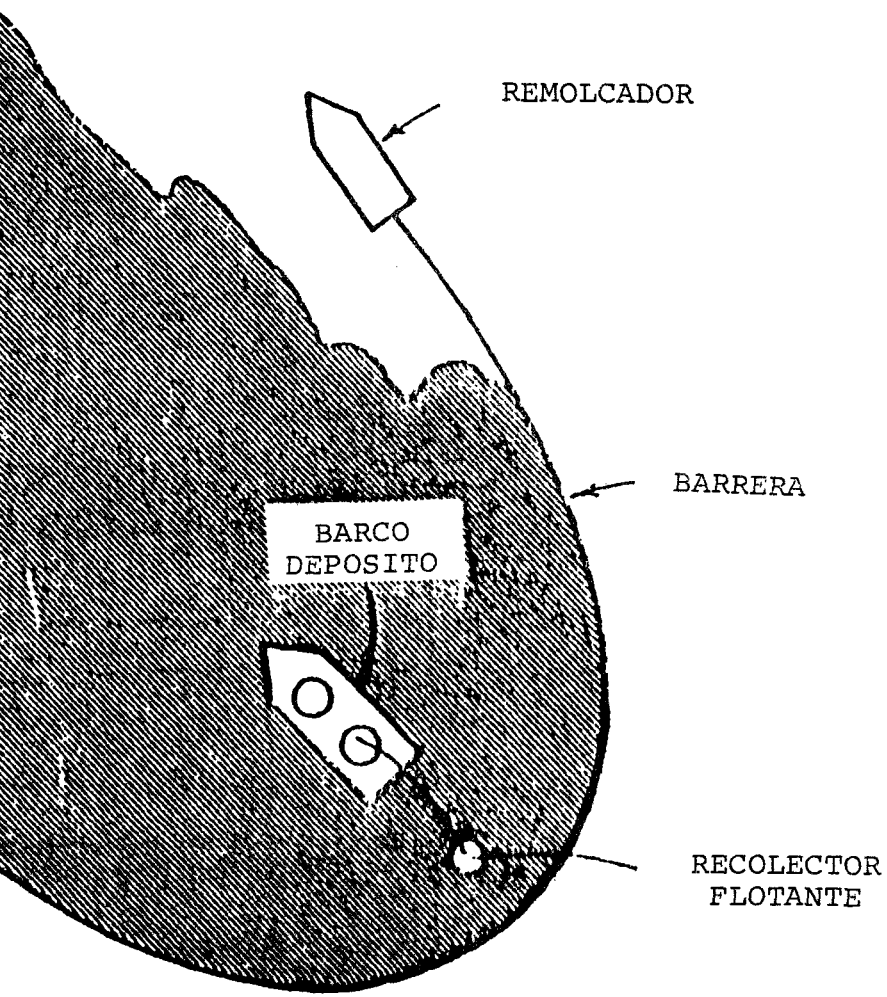


Figura 5-14 - Uso de barrera en forma de U para aguas tranquilas



REMOLCADOR

BARRERA

BARCO
DEPOSITO

RECOLECTOR
FLOTANTE

La figura en forma de "0" con la barrera (ver figura 5-15), se utiliza en derrames puntuales (desde una sola fuente), derrames con una corriente variable o cíclica, derrames de una área limitada o derrames con corriente y viento nulos. Una parte de la "0" puede estar formada con estructuras fijas. Una aplicación primaria de esta forma puede ser controlar un derrame desde un buque que está filtrando. La figura "0" también puede ser usada con corrientes fuertes o débiles para contener una mancha hasta que se pueda iniciar una acción de limpieza.

Para una operación de "barrido", se emplea en primer lugar la forma de "U", y posteriormente se contiene el derrame con la forma de "0". Un ejemplo de esta operación se puede apreciar en la figura 5-16. Por varias razones, a menudo no es posible contener o remover el petróleo en el punto de descarga. De ahí que las barreras pueden ser usadas para dirigir o canalizar el petróleo hacia otro lugar. Ver figura 5-17.

5.3.3 Sistemas de amarre

Un sistema de amarre de barreras requiere que la barrera permanezca estacionaria en el agua mientras cumple su función. Así, la función primaria de un sistema de barreras amarradas es la protección a través de la contención o de la desviación. Una barrera fija puede contener el petróleo mientras se mueve río abajo tal como se indica en la figura 5-18; o contener el petróleo para que no se extienda y acerque a la costa, cuando el viento y la corriente están en direcciones opuestas, tal como se indica en la figura 5-19. Otros ejemplos de protección con barreras fijas han sido previamente indicados.

Una aplicación de sistemas de amarre que merece especial atención, es la contención alrededor de un buque. Algunos métodos de contención de petróleo alrededor de un buque que está filtrando se muestran en la figura 5-20. Puede observarse el uso de imanes para fijar los extremos de la barrera al casco. Otra manera de mantener una barrera, fija al costado de un buque, es usando cables con un peso en un extremo, tal como se indica en la figura 5-21. Se debe recordar que cuando un buque está siendo descargado, el casco del buque va subiendo sobre el agua, y puede arrastrar parte de la barrera fuera del agua si el sistema de amarre no ha sido ajustado. Si un buque está varado las mareas pueden, producir un efecto similar, y afectar el funcionamiento de la barrera alrededor del buque.

5.3.4 Sistemas de remolque

El remolque es una forma importante de utilización de la barrera. Cuando las condiciones lo permiten, las barreras remolcadas pueden ayudar en la recolección de una mancha de petróleo. En estas operaciones, generalmente una o dos barreras remolcadas desvían el petróleo hacia algún tipo de recolector

para su remoción final desde el agua. Con una o dos embarcaciones de remolque, fijas a los extremos de la barrera, se puede proporcionar un lento pero firme movimiento. Es obvio que este sistema de remolque produce mucho mayores tensiones en la barrera, que cuando ésta se encuentra en una condición estacionaria. Cuando se utiliza más de una embarcación para el remolque, es imprescindible una total coordinación entre ellas. Tanto la maniobrabilidad y poder de la embarcación como la habilidad del operador son factores claves en el éxito del control de un derrame de petróleo cuando se utilizan barreras remolcadas.

5.4 RECUPERACION, LIMPIEZA Y ALMACENAMIENTO DE LA BARRERA

Al finalizar la contención y recolección de un derrame de petróleo, debe realizarse inmediatamente, la recuperación, limpieza y almacenamiento de la barrera, si se pretende utilizarla en otros derrames.

Las barreras flotantes pueden ser sacadas del agua en el mismo lugar, o remolcadas hasta un lugar en tierra donde haya facilidades para levantarlas, o hacia una playa con pendiente o con una rampla.

Las barreras livianas pueden ser sacadas a mano hacia la cubierta o hacia tierra. Las barreras pesadas pueden necesitar la ayuda de equipos (winches, grúas) y pueden sufrir daños durante este manejo. La identificación previa de un lugar adecuado para sacar y manejar la barrera es recomendable; y el uso de una lona extendida en dicho lugar ha probado ser muy conveniente.

El equipo recuperado seguramente estará contaminado con el petróleo derramado. El grado de contaminación de la barrera puede reducirse considerablemente cuando éste se remolca a través de aguas limpias por una distancia significativa. En las operaciones de limpieza se utilizan mangueras de lavado y detergentes o solventes. Cuando se dispone de carretes para enrollar las barreras, éstos pueden ser movidos mecánica o eléctricamente, para recuperar la barrera desde el agua.

Debido a la relativa fragilidad de la mayoría de las barreras, el manipuleo durante la faena de recuperación, se puede hacer por medio de redes de carga o algún elemento similar. De esta manera, grandes cantidades de barreras flexibles pueden ser estibadas temporalmente y luego transportarse a otras áreas para su posterior limpieza y almacenamiento. La experiencia indica que con personal entrenado especialmente, o personal de cubierta se pueden diseñar métodos efectivos para levantar y estibar tipos especiales de barrera. En estas operaciones será de gran ayuda contar con equipo especializado.

Aun cuando una barrera no requiere una conservación espe_

5-10a

DESPLIEGUE DE BARRERA - CORRIENTE FUERTE

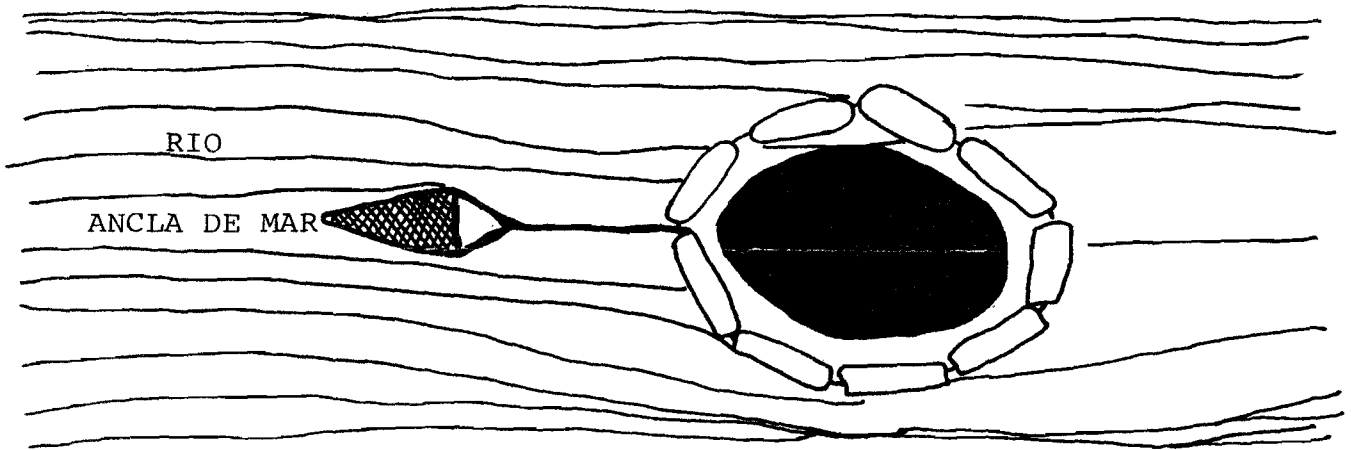
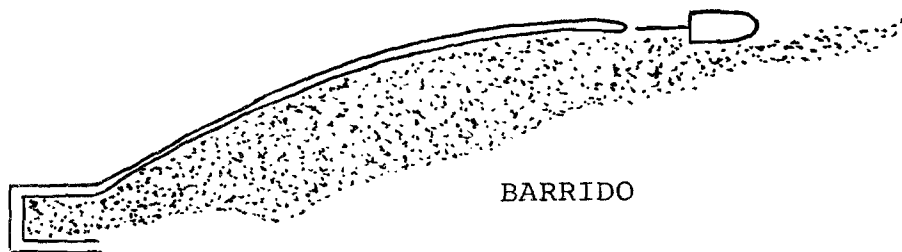
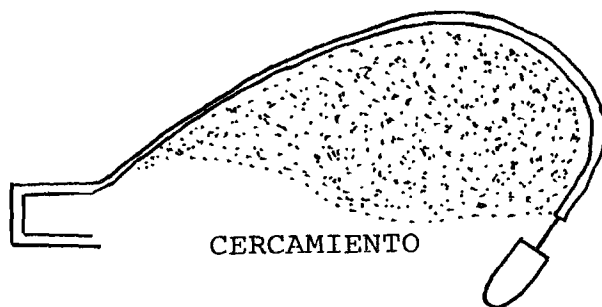


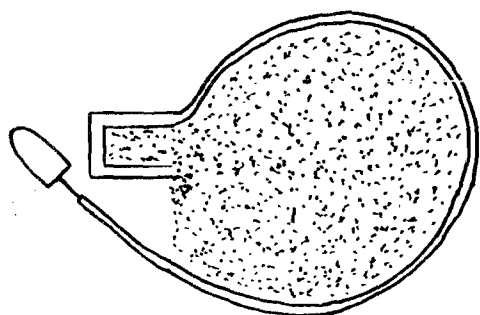
Figura 5-15 - Uso de barrera en forma de "O"



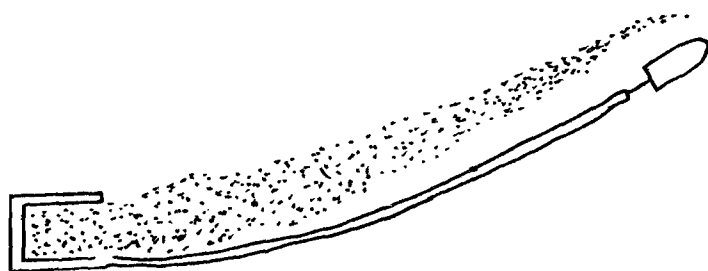
BARRIDO



CERCAMIENTO



CONTENCIÓN



POR BABOR



POR ESTRIBOR

Figura 5-16 - Métodos de barrido con una barrera simple

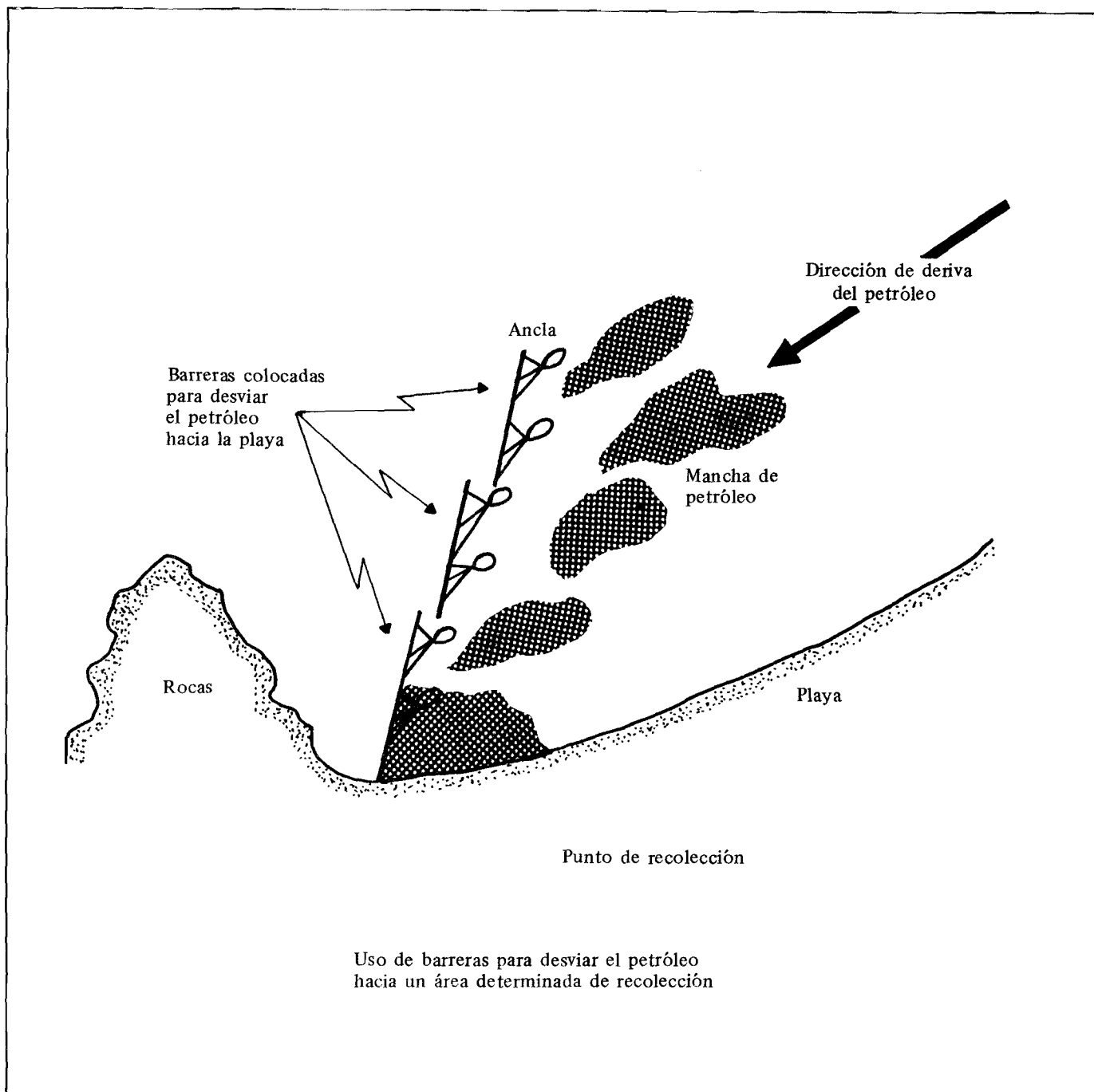


Figura 5-17 - Un ejemplo de desviación con barreras

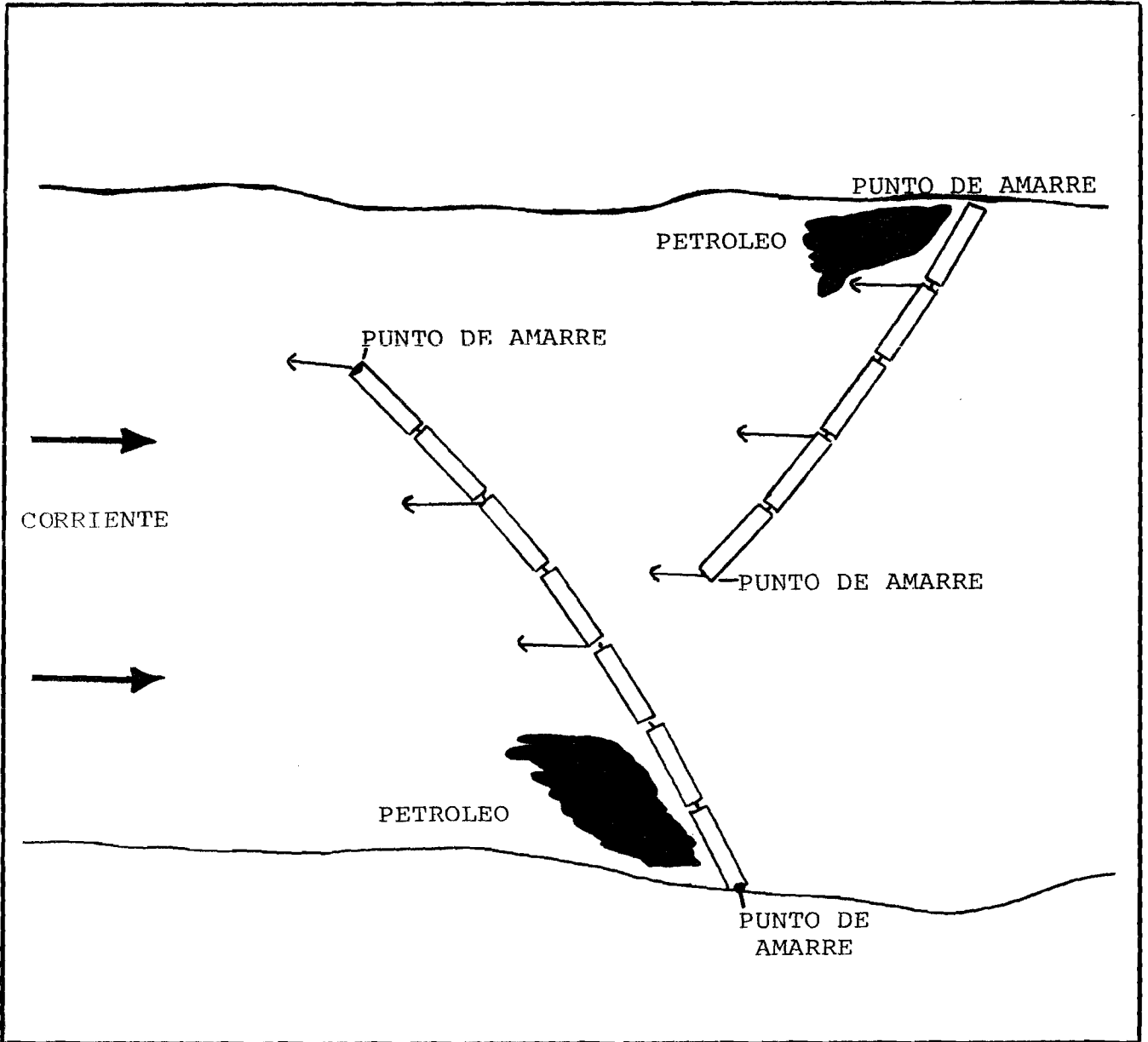


Figura 5-18 - Desviación de una mancha en un río

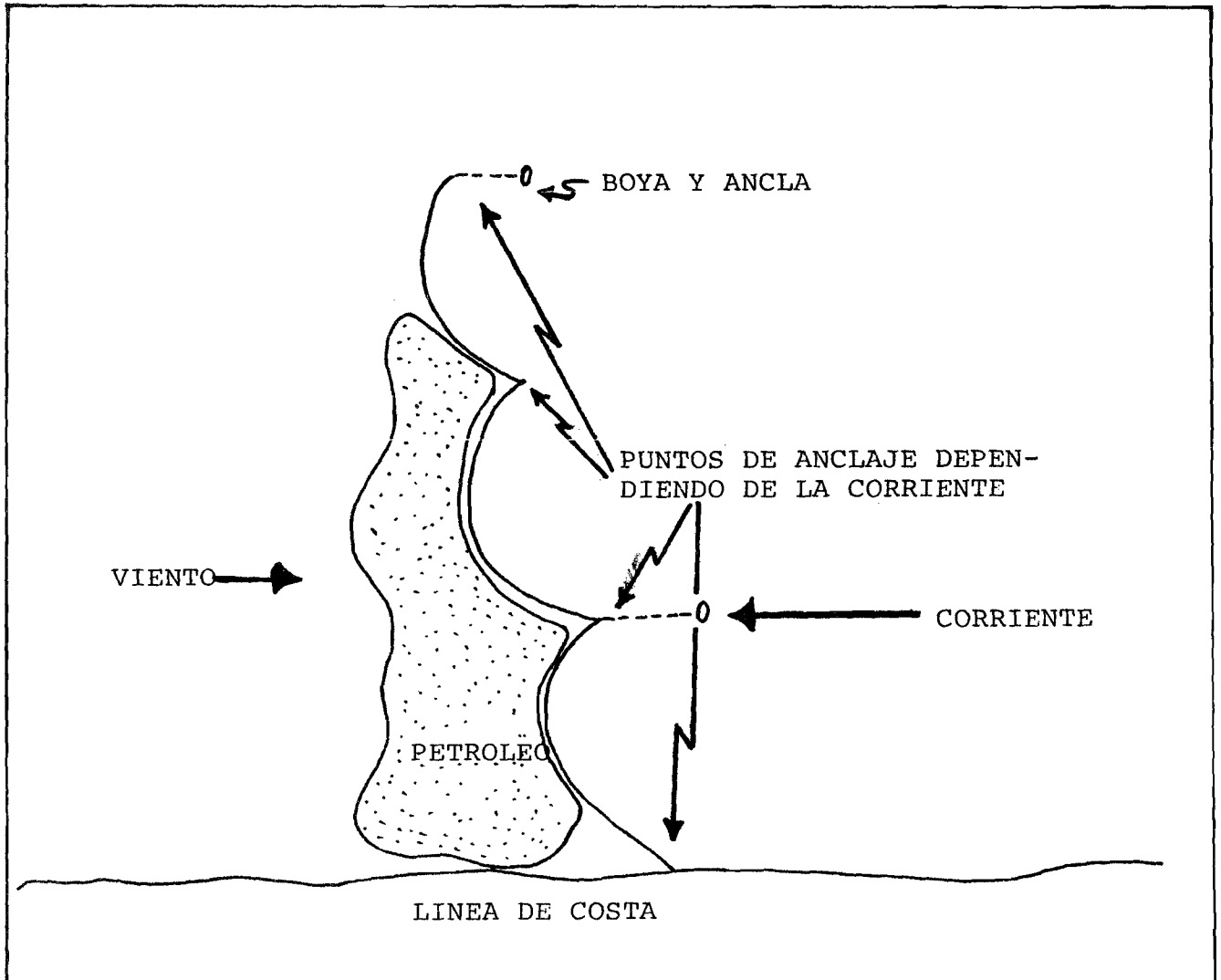
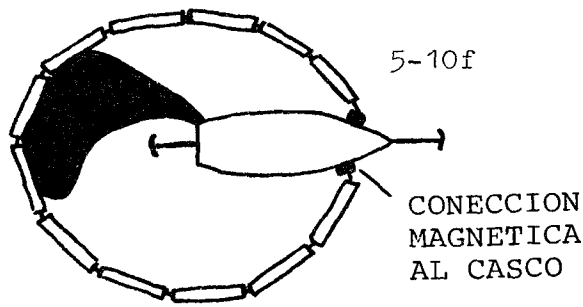
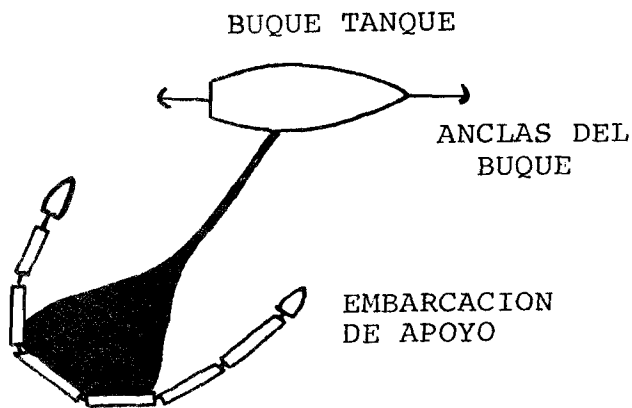
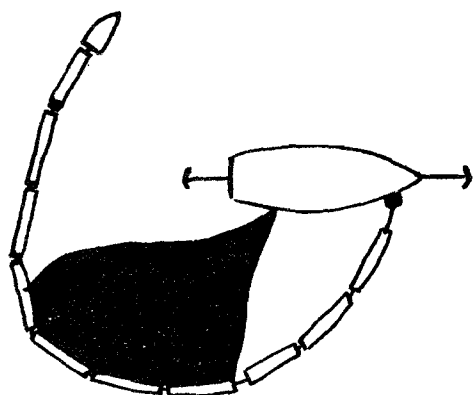


Figura 5-19 - Anclaje de una barrera cuando el viento y la corriente son opuestas

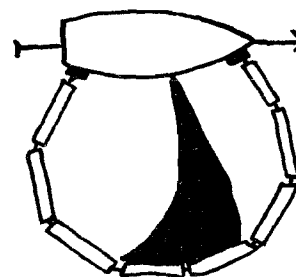


BARRERAS CON CONECCION MAGNETICA SOLAMENTE

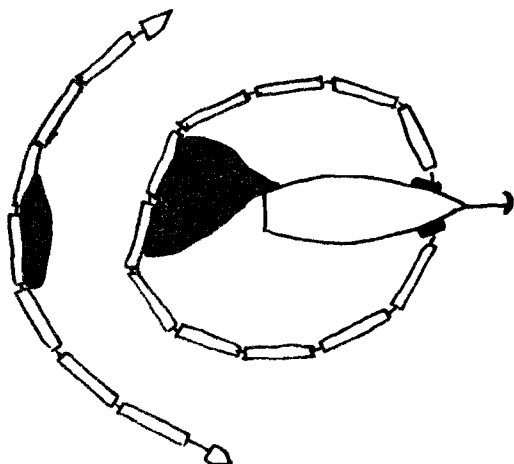
BARRERAS CON EMBARCACIONES SOLAMENTE



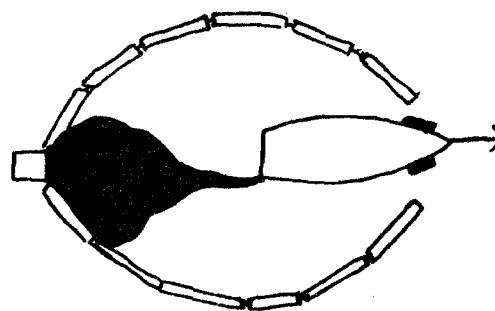
BARRERAS CON CONECCION MAGNETICA Y EMBARCACION



BARRERA POR EL COSTADO CON CONECCION MAGNETICA



BARRERA DOBLE



BARRERA Y RECOLECTOR

FIGURA 5-20 - Ejemplos de contención de petróleo alrededor de un buque filtrando

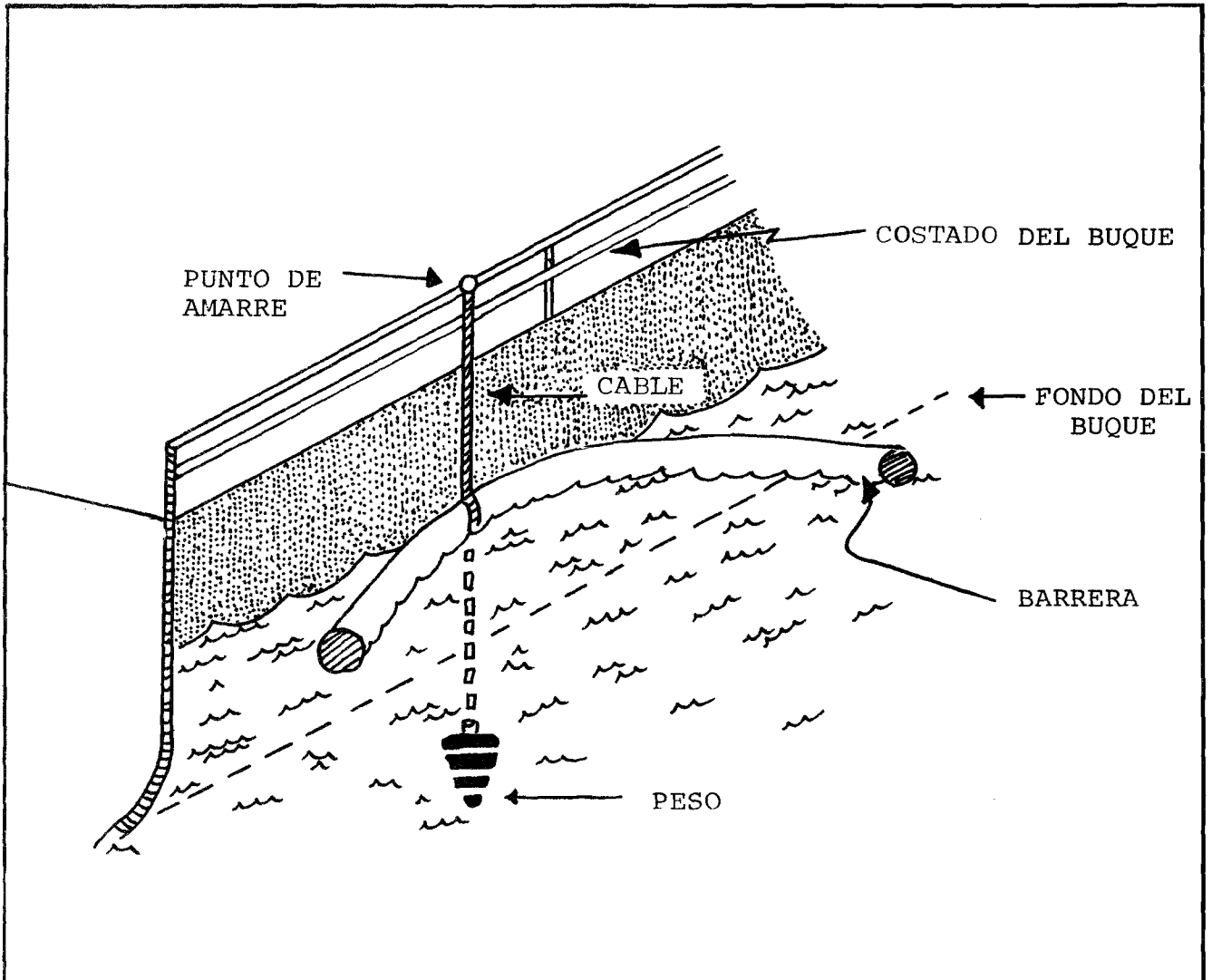


Figura 5-21 - Método alternativo para mantener la barrera pegada al costado del casco.

cial, para su almacenamiento se recomienda usar talco o algún producto similar para cubrirla y prolongarle la vida útil.

5.5 OTRAS BARRERAS

5.5.1 Barreras neumáticas

Cuando se dejan escapar burbujas de aire bajo el agua ellas suben hasta la superficie y se expanden. Durante su desplazamiento, generan una corriente ascendente de agua. Esta, al llegar a la superficie se transforman en corrientes superficiales, que se alejan del punto de afloramiento, y pueden servir para contener una mancha de petróleo. Este es el principio básico de una barrera de aire; ver figura 5-22.

El aire a presión que se utiliza es distribuido a través de un sistema de cañerías con perforaciones. La óptima profundidad del tubo perforado es entre 3 y 5 metros. Las boquillas del tubo son, generalmente, pequeños hoyos hechos con taladro; y aún cuando el aire tiende a mantenerlos limpios, a la arena, al barro y a la vida marina del fondo los pueden inutilizar.

El uso de barreras neumáticas está limitado solamente a aguas calmas, ya que el oleaje y las corrientes anularían su efecto. Pueden tener aplicación en la entrada de pequeñas bahías, alrededor de muelles o en alguna otra situación muy limitada. La gran ventaja que presentan es que no obstaculizan la navegación, sin embargo tienen un costo de instalación y de operación elevados.

5.5.2 Barreras químicas

A veces, las manchas de petróleo pueden ser también contenidas con productos químicos en vez de barreras. Estos productos son líquidos orgánicos con alto peso molecular, que tienen una tendencia a la extensión, mayor que el petróleo en el agua. Así, ellos compiten con el petróleo por la superficie disponible de agua, y de esta manera confinan la mancha de petróleo y previenen su extensión. Estos químicos no son solubles en agua.

Los productos químicos que se utilizan para contener el petróleo en el agua, deben ser aplicados en la periferia del derrame; a fin de mover el petróleo en la dirección deseada, o contenerlo y retardar su extensión o movimiento. Las técnicas de aplicación de estos elementos químicos varían, dependiendo de la ubicación y extensión de la mancha que se quiere controlar. Los métodos de aplicación incluyen el uso de aplicadores manuales, o pequeños tangones aplicadores, desde botes o aviones, y especial

mente helicópteros. La aplicación de estos productos debe hacerse tan pronto como sea posible, después que se ha producido el derrame; ya que son poco efectivos cuando el petróleo ya ha sufrido degradación o ha formado emulsiones. Los colectores químicos nunca deben ser aplicados directamente a la mancha; si así ocurriere, solamente se produciría una extensión o expansión del petróleo. Estos productos químicos pierden eficiencia si previamente se han utilizado dispersantes.

La cantidad de colector químico de petróleo dependerá de las características del petróleo derramado, de las condiciones del tiempo, y de los propósitos por los cuales se está usando. En general, la dosis es el orden de 2,5 a 5 lts. por km. lineal del perímetro de la mancha. Dependiendo de las condiciones ambientales, (tiempo, viento y agua), y del tipo de petróleo, los colectores químicos mantendrán por varias horas su capacidad de mantener el petróleo en un lugar determinado. Estos productos químicos no son efectivos cuando se trata de mantener el petróleo en contra de una corriente muy fuerte, tal como un río.

Los colectores químicos de petróleo pueden utilizarse para hacer entrar la mancha en un área más pequeña, donde pueda ser más fácilmente controlado por barreras mecánicas; para dirigir el petróleo hacia algún recolector; o para facilitar su recuperación con sorbentes. Estos agentes también pueden emplearse para proteger la orilla costera o playas.

5.5.3 Barreras sorbentes

Existen, por otra parte, barreras flotantes confeccionadas con materiales sorbentes, que pueden ser utilizadas tanto en el agua como en la playa para proteger la orilla. En el capítulo sobre sorbentes se entregarán más detalles sobre su fabricación.

5.5.4 Barreras improvisadas

Ocurre a menudo que cuando sucede un derrame no se dispone de barreras comerciales. En esos casos, puede ser ventajoso utilizar materiales que estén a mano, hasta que una barrera apropiada pueda llegar al lugar. Todo lo que se necesita es utilizar los principios de construcción de una barrera, es decir, que tenga un francobordo, una flotación y un lastre. En aguas calmas una barrera improvisada puede funcionar casi tan bien como una de tipo comercial.

Algunos tipos de barreras improvisadas que pueden y han sido utilizados pueden ser los siguientes:

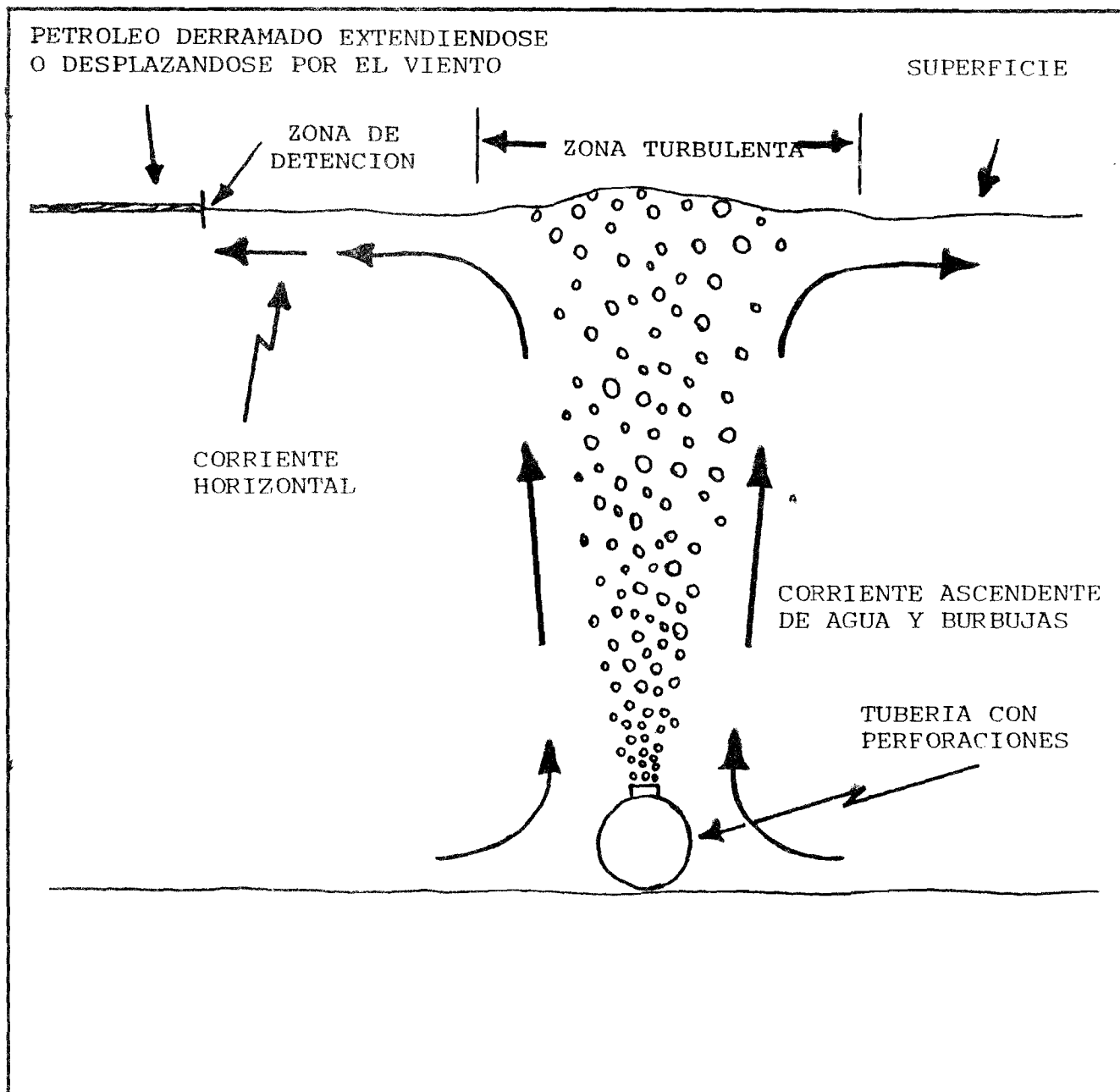


Figura 5-22 - Concepto de una barrera neumática en ausencia de corrientes

- 1) Barreras rellenas con corcho (envueltos en lona o plástico).
- 2) Mangueras de incendio infladas.
- 3) Barrera de Puerto Rico, hechas de madera terciada, con tambores vacíos como flotación, y bolsas de arena para lastre. Fueron utilizadas por primera vez en un derrame fuera de las costas de Puerto Rico.
- 4) Balones de goma, que pueden ser inflados y amarrados juntos.
- 5) Cañerías. Estas pueden ser tapadas en los extremos para que floten, tener gran diámetro, paredes delgadas, y poco peso.
- 6) Barrera Kawa-Kav. Consiste de varios palos de bambú y tableros de madera. Los palos proveen la flotación mientras que los tableros contienen el petróleo. La barrera se mantiene unida a través de cordones de goma.
- 7) Flotadores de madera o barreras de madera.

En algunos casos los chorros de agua de mangueras de incendio han probado ser un medio efectivo para contener y concentrar una mancha de petróleo. Esta aplicación es particularmente útil para evitar la acumulación de petróleo debajo de los muelles u otra estructura. De manera similar, las hélices laterales de una embarcación, sin embargo, debe estar firmemente amarrada. Este método solamente puede ser utilizado en emergencias, desde el momento que el movimiento de la hélice crea emulsiones de agua y petróleo que son muy difíciles de limpiar.

5.6 CONSIDERACIONES PRACTICAS

Un número importante de problemas que se presentan en operaciones con barreras, pueden evitarse o reducirse, si se conocen con anterioridad.

Algunos de ellos pueden ser los siguientes:

- 1) Aun cuando se está trabajando en el tema, las barreras fabricadas por distintas compañías raramente son compatibles entre sí y las placas de conexión no están estandarizadas. Cuando se utilizan muchas secciones de barreras se requiere gran habilidad marinera para poder unir todas las secciones de las barreras. Además, se tendrán problemas en alistar secciones de barreras compatibles ya que todavía no existen métodos de conexión rápida. Mu

chos de los elementos de conexión, tales como grilletes y pernos, frecuentemente deben ser instalados y asegurados desde una pequeña embarcación en movimiento, y en un fuerte oleaje. Los conectores galvanizados de las barreras se oxidan rápidamente y pueden quedar fuera de uso en un plazo de 6 meses.

- 2) Muchas barreras, especialmente aquellas con francobordo fijos o altos tienden a hundirse aun bajo condiciones limitadas de viento. Esto hace que el petróleo acumulado, escape bajo la falda sumergida. Los materiales de flotación, especialmente aquellos materiales porosos o sintéticos, se dañan fácilmente por golpes, o por compresión. Algunas barreras, a fin de facilitar su estibe, disminuyen la flotación. Esto implica la conexión de los flotadores antes del despliegue y del uso. Sin embargo, cuando se está trabajando en una embarcación muy pequeña, esta operación es muy difícil y demora el despliegue de la barrera.
- 3) El material de lastre usado para mantener la falda de la barrera vertical, consiste generalmente de pesos de plomo o acero galvanizado, o de cadenas. En algunas unidades, la cadena está incrustada en el material de la barrera, o pasa a través de la lona con un sistema tipo ojete. Cuando se despliega por períodos extensos de tiempo (por ejemplo 2 días), han ocurrido fallas cuando el movimiento de la cadena ha desgastado el material que la sostiene, terminando por caer al fondo, y dejando la barrera inoperante.
- 4) Las barreras fabricadas de lonas engomadas o plastificadas deben ser limpiadas rápidamente después de su uso. La limpieza crea un problema ambiental debido a los residuos contaminados de la limpieza y del agua de lavado. Algunas barreras fabricadas con estos materiales pueden deteriorarse durante su almacenamiento. Hay algunos casos, debidamente comprobados, en que barreras de baja calidad, han perdido su tensión estructural sólo después de dos años de almacenamiento.
- 5) El arrastre producido por el cabeceo puede forzar al petróleo a pasar por debajo de la falda de una barrera, a menos que éste se oriente adecuadamente para reducir el cabeceo.
- 6) Algunas barreras, especialmente aquellas con un bajo francobordo, normalmente se hunden en el lugar de conexión entre secciones. El hundimiento generalmente es mayor que el francobordo y por lo tanto se producen filtraciones.

- 7) En algunas bahías, o estuarios, la acción de la marea puede dejar la sección de tierra de la barrera colgando o en seco, permitiendo filtraciones en la interfase agua/tierra. Se requiere de frecuentes ajustes para prevenir estas fuentes de filtración, y, en algunos casos, puede ser necesario colocar un sistema especial de conexión a tierra. Ver figura 5-23.
- 8) Algunas barreras utilizan espuma plástica como elemento de flotación. Si se rompe el envoltorio de la barrera la espuma escapa y flota en el agua. Si la espuma se dirige hacia las tomas de agua de enfriamiento de las embarcaciones las deja fuera de servicio, constituyendo un serio problema.

Cuando se unen secciones de barreras diferentes deben tomarse en cuenta las siguientes consideraciones:

- 1) El empalme de materiales flexibles que componen la falda puede ser hecho por medio de grapas, pasadores, o platinas apernadas. Las barreras de falda rígida generalmente tienen juntas flexibles de manera de poder efectuar el empalme. Por lo general, es posible efectuar un empalme entre un material rígido y otro flexible.
- 2) Es preferible el uso de grapas livianas. Cuando sea necesario, se puede agregar a estas grapas, ya sea elementos de flotación o de lastre, de manera que ellas puedan flotar igual que la barrera y no causar movimiento ni fuerzas que puedan torcer la falda desde su posición normal de flotación.
- 3) El empalme produce una sección rígida en una barrera flexible. Se debe prevenir daños durante esfuerzos variables y cíclicos, incluyendo la distribución de presión en las grapas, en esquinas y filos de los componentes sólidos, y evitar cualquier proyección o irregularidad que pueda dañar la barrera.
- 4) El aspecto crítico en el ajuste de secciones diferentes es que al tener tamaños distintos, las secciones podrían quedar a alturas diferentes permitiendo filtraciones o mal comportamiento de la barrera como tal. Para evitar este problema puede diseñarse un sistema especial de conexión.

5-15a

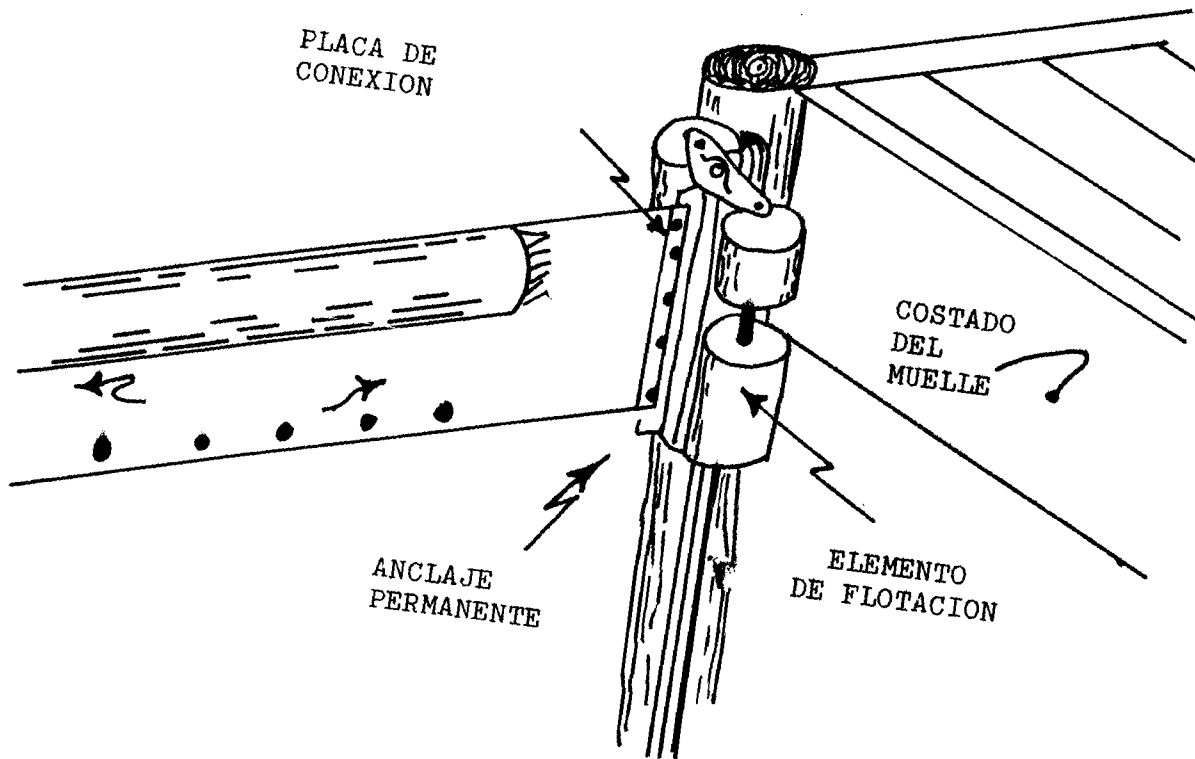


Figura 5-23 Sistema de conexion a tierra para zonas de mareas. El mecanismo se ajusta a los cambios de nivel del agua en forma automática.

OBSERVACIONES A LA TABLA 5-1

Al incluir la tabla 5-1 en este manual, no se pretende, en modo alguno, recomendar una marca o tipo determinado de barreras. El objetivo es entregar una referencia sobre las características típicas de las barreras que se encuentran en el mercado, y conocer así las limitaciones de la técnica de contención. La Tabla 5-1 ha sido preparada por el US Coast Guard, y ha sido el resultado de pruebas realizadas con las barreras en distintas condiciones de mar.

TABLA 5-1

Notas

- 1.- Definiciones: Barreras de alta mar= barreras de 36" o más de altura total, generalmente diseñadas para uso en mar abierto.
 Barreras de bahía= barreras de 24" a 36" de altura total, generalmente diseñadas para uso en aguas protegidas con oleaje moderado.
 Barreras de puerto= barreras de 24" o menos de altura total, generalmente diseñadas para uso en aguas protegidas y calmas (dentro de puertos).

Ubicación del	Tipo de barrera: <u>sistema de tensión</u> - <u>Elemento tensor</u> - <u>Tipo de flotación</u> - <u>Lastre</u> - <u>Geometría de la barrera</u>			
A. Parte inferior	1. Cable	a. Espuma plástica	1. Cadena	A. Flotación superior (generalmente cilíndrica) con falda.
B. Parte superior	2. Cadena	b. Neumática	2. Pesos	B. Cerca y falda.
C. Parte intermedia	3. Kevlar	c. Flotadores rígidos	3. Cable	C. Red en forma de bolsa.
D. Superior e inferior	4. Cuerda sintética	x. Desconocido	4. Agua	D. Flotador cilíndrico con falda cilíndrica
E. Sin elemento tensor	5. Tela (género)		5. Sin lastre	X. Desconocido
X. Desconocido	X. Desconocido		X. Desconocido	

5-17

3. Comportamiento en distintas condiciones de mar (grados de oleaje): la clave es G= Bueno, F= Regular, y P= Deficiente. La primera clasificación se refiere al desempeño estimado de cada barrera de petróleo cuando son operadas dentro de límites aceptables para toda barrera de petróleo (velocidades de remolque de alrededor de un (1) nudo). El desempeño se define como la habilidad para contener un alto porcentaje de petróleo cercado. Un buen desempeño implica buena adaptación al oleaje, buena estabilidad, poco rebalse, etc. La segunda clasificación se refiere al comportamiento de la barrera en general. Se consideran factores tales como: velocidad de despliegue o de respuesta; durabilidad; facilidad de manejo y de control; navegabilidad; limpieza, etc. Cuando aparece un espacio en blanco en las columnas de condiciones de mar(fuerza de mar), significa que la operación con esa barrera no debe intentarse.
4. El límite de supervivencia de la barrera es para la condición desplegada, pero moviéndose libremente(no en configuración U). Para estos efectos , la pérdida de petróleo en la barrera no constituye una falla de supervivencia.
5. Resistencia a la tensión: Se refiere a la resistencia máxima del elemento tensor o la tela. Se deberá aplicar un factor de seguridad 4 a estos valores para determinar la carga útil de trabajo.
6. Construida a Mil-B-28617A (YD)

TABLA 5-1 Características de las barreras - Alta Mar¹

Barrera	ORIGEN	Altura total (pulg.)	Franco-bordo (pulg.)	Calado (pulg.)	TIPO 2	Rendimiento/Fuerza mar 3						Supervi- vencia F. Mar 4	Máxima tensión 5	Volumen almace- nado	Peso
						1	2	3	4	5	6				
AB Sjuntorp Coastal Type Open Sea Type	Sweden	38	16	22	D.4.b.2.A	G/G	F/G	P/G				4			377
		53	27	36	D.4.b.2.A	G/F	G/G	F/G	P/F			4			538
American Marine Supermax	USA	36	12	24	A.1.a.3.A	G/G	F/G	P/G				4	30,000	115	232
Bennett Pollution Controls Zoom Boom Series 18 Model 24 Series 24 Model 24 Viking Series	USA	42	16	26	A.2.b.1.A	G/G	F/G	P/G				4	16,500	250	228
		48	22	25	A.2.b.1.A	G/G	G/G	F/G	P/F			4	25,000	350	475
		120	60	60	A.2.b.1.A	G/F	G/F	G/G	F/G	P/F		5			
Bennex AOFI Boom KL-8 K-F7 K-F11 KL-F11	Norway	~ 66	39	~ 27	A.3.b.2.C	G/F	G/G	F/G	P/F			5	44,100	56	672
		~ 60	32	~ 28	A.3.b.2.C	G/F	G/G	F/G	P/F			6	122,300	60	1,408
		~ 78	40	~ 38	A.3.b.2.C	G/F	G/G	F/G	F-P/G	P/F		6	132,300	73	2,012
		~ 118	40	~ 78	A.3.b.2.C	G/P	G/F	G/G	F/G	P/F		6	132,300	82	2,347
Goodyear Sea Sentry 12-24 Navy Boom (1/2" Chain)	USA	36	12	24	C.2.b.1.A	G/G	F/G	P/G				3	10,600		350
		36	12	24	C.2.b.1.A	G/F	F/G	P/G				4	18,000	123	2,282
Hurum Enterprises Flexy 11, 26" Flexy High Seas, 72"	USA	36	12	24	D.1.a.2.B	F/G	P/F					3		72	200
		72	24	48	D.1.2.b.c.1.3	G/F	F/F	P/P				4			600
Keoper Plastics Fabricators Standard Sea Curtains A-22203020FF A-22303020FF Compactible Sea Curtains S-218220F S-2142436950F Sea Tension Booms ³ S-222020FF	USA	51	17	34	A.2.a.1.A	G/F	F/G	P/G				5	104,000		1,822
		58	26	42	A.2.a.1.A	G/F	F/G	P/G				5	169,000		1,700
		41	15	26	A.2.a.b.1.A	G/G	G/G	F/G	P/F			5	95,000		360
		51	21	42	A.2.a.b.1.A	G/G	G/G	F/G	P/F			5	120,000		1,000
		36	12	24	A.2.a.1.B	G/F	F/G	P/F				4	16,000		260

TABLA 5-1 Características de las barreras - Bahía ¹

Barrera	ORIGEN	Altura total (pulg.)	Franco bordo (pulg.)	Calado (pulg.)	TIPO ²	Rendimiento/Fuerza Mar ³						Supervivencia F.Mar ⁴	Máxima tención ⁵	Volumen almacenado	Peso
						1	2	3	4	5	6				
AB Sjuntorp Port & Lake Type	Sweden	28	12	16	D.4.b.2.A	G/G	F/G	P/G				4	-	-	259
American Marine Alimax	USA	24	12	12	A.2.b.1.A	G/G	F/G	P/F				4	20,000	10	-
Bennett Pollution Controls Permanent Harbor Boom	USA														
30 in		30	12	18	E.5.a.2.A	F/F	P/F					4	35,000	-	1,220
36 in		36	12	24	E.5.a.2.A	G/F	F/F	P/P				5	40,000	-	1,400
Navy Boom ⁶ Type 11 Class 1		36	12	24	A.1.a.2.B	G/G	F/G	P/F				3	-	-	-
Zboom Boom Series 12 Model 18		30	10	20	A.2.b.1.A	G/G	F/G	P/G				2	5,700	125	180
B.F. Goodrich Seaboom 36 PFX	USA	36	12	24	E.5.a.2.B	F/F	P/F					3	10,000	-	1,000
Seaboom 36 PFS		36	12	24	E.5.b.2.4.B	F/F	P/F					3	10,000	-	1,950
Environetics Sea Boom	USA	36	12	24	E.5.b.1.A	G/G	F/G	P/F				3	-	7	-
Sea Boom II		27	9	18	E.5.a.1.A	G/G	F/G	P/F				3	-	45	-
Goodyear Sea Sentry 9-18	USA	27	9	18	C.2.b.1.A	G/G	F/G	P/G				3	10,600	-	600
Maru Enterprises Flexy II, 24"	USA	24	8	16	D.1.a.2.B	F/G	P/F					3	-	48	280
Kepler Plastics Fabricators Standard Sea Curtains A-0141603FF	USA	30	12	18	A.2.a.1.A	G/G	F/G	P/F				3	69,000	-	601
Compactible Sea Curtain SD11180F		30	12	18	A.2.a.b.1.A	G/G	F/G	P/G				3	69,000	-	220
Sea Tender Boom ⁹ BHD31408MF		24	8	16	A.2.a.1.B	F/G	P/G					3	10,000	-	290

5-20

TABLA 5-1 Características de las barreras - Bahía (cont.)¹

Barrera	ORIGEN	Altura total (pulg.)	Franco-bordo (pulg.)	Calado (pulg.)	TIPO 2	Rendimiento/Fuerza mar 3						Supervivencia F.Mar 4	Máxima tensión 5	Volumen almacenado	Peso
						1	2	3	4	5	6				
Kleber Acorn III Balear 2	France	32	12	20	C.4.a.1.A	G/G	F/G	P/G				4	—	—	1,005 536
		36	15	21	D.3,4.a or b. 1.A	G/G	F/G	P/G				4	—	—	
Metropolitan Petroleum MP-Boom-Heavy Duty	USA	36	12	24	A.1.a.2.A	G/G	F/G	P/G				4	35,000	93	360
Oil Spill Containment Corp Oilfence, 24"	USA	24	12	12	E.5.a.5.B	G/G	F/G	P/G				5	48,000	70	375
Seaward International ² Sea Fence Outer Harbor	USA	28	12	16	A.3.a.2.B	G/G	F/G	P/G				4	15,000	63	400
Trelleborg Trollboom-Bantam	Sweden	30	10	20	C.4.a.2.B	G/G	F/G	P/G				4	27,500	—	314
Uniroyal Saalcboom 1-Ply, 36" 2-Ply, 36"	USA	36	12	24	E.5.a.2.B	F/G	P/F					4	20,000	—	300
		36	12	24	E.5.a.2.B	F/G	P/F					5	48,000	—	580
Welsh Oil-Tech ² General Purpose Boom Class 2	USA	24	9	15	A.2.a,b.1.A	F/G	P/G					3	—	—	—
Whittaker Expandi-Oil Boom harbor Boom #3000	USA	30	11	19	A.2.b.1.A	G/G	F/G	P/G				3	5,700	11	156

TABLA 5-1 Características de las barreras - Puerto ¹

Barrera	ORIGEN	Altura total (pulg.)	Franco bordo (pulg.)	Calado (pulg.)	TIPO ²	Rendimiento/Fuerza mar ³						Supervi vencia F.Mar ⁴	Máxima tensión ⁵	Volumen almace nado	Peso
						1	2	3	4	5	6				
Acme Products O.K. Corral-standard	USA	18	6	12	E.5.a.1.A	P/G						3	6,500	50	150
American Marine Simplex	USA	18	6	12	A.2.a.1.A	P/G						2	4,700	33	170
Optimax		19	7	12	D.1.2.a.1.A	F/G	P/G					4	16,800	33	200
Bennett Pollution Controls Inshore Booms	USA														
12 in		12	5	7	A.1.a.2.A	P/G						4	14,400	17	212
18 in		18	6	12	A.1.a.2.B	P/G						4	14,400	25	222
24 in		24	8	16	A.1.a.2.B	F/G	P/G					4	14,400	33	233
35 in		36	12	24	A.1.a.2.B	F/G	P/G					4	14,400	50	346
Permanent Harbor Boom															
24 in		24	10	14	E.5.a.2.A	F/G	P/F					4	30,000	—	1,000
Navy Boom ⁶															
Type I Class 1		13	5	8	A.1.a.2.B	P/G						3	—	—	—
Type I Class 2		24	8	16	A.1.a.2.B	F/G	P/G					4	—	—	—
General Purpose Boom		18	6	12	A.1.a.2.A	P/G						3	7,000	—	201
River Boom		18	6	12	A.1.a.2.A	P/G						4	14,000	—	275
Zodiac Boom															
Series 7 Model 12		19	6	13	A.2.b.1.A	P/G						3	5,700	4.6	—
Bennex	Norway														
NCFI - HL-30		~ 20	12	~ 8	A.3.b.2.C	F/G	P/G					3	6,600	—	400
B.F. Goodrich	USA														
Seaboom 18 PFX		18	6	12	E.5.a.2.B	P/G						3	6,000	—	600
Cascade Industries	USA														
River Boom		~ 9	3	~ 6	B.2.a.1.A	P/G						3	6,000	—	—
Harbor Boom		~ 22	6	~ 16	E.5.a.1.A	P/G						3	6,000	—	—
Boat		~ 24	8	~ 16	E.5.a.1.A	F/G	P/G					3	6,000	—	—
Crowley Environmental Services															
CES Petro Barrier		24	11	13	A.2.a.1.B	F/G	P/G					3	6,700	123	460

5-22

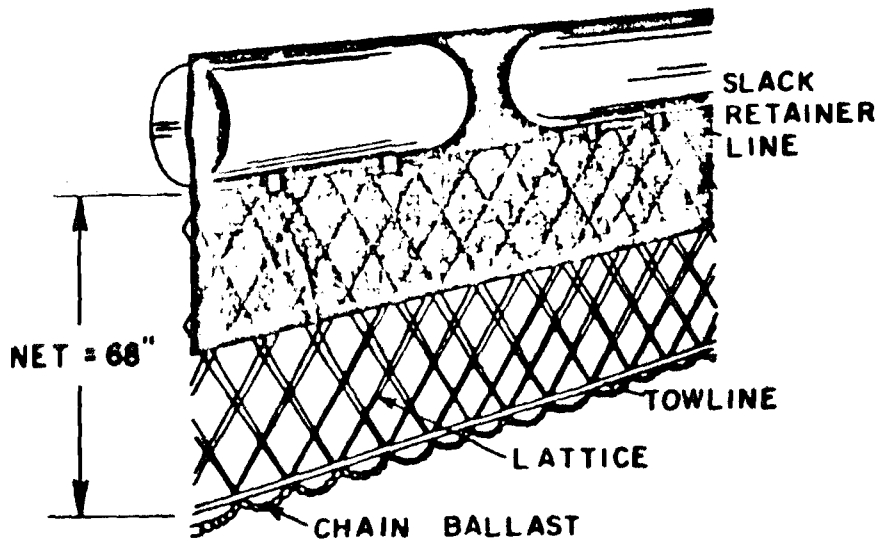
TABLA 5-1 Características de las barreras - Puerto (cont.) ¹

Barrera	ORIGEN	Altura total (pulg.)	Franco-bordo (pulg.)	Calado (pulg.)	TIPO 2	Rendimiento/Fuerza mar 3						Supervi- vencia F.Mar 4	Máxima tensión 5	Volumen almace- nado	Peso
						1	2	3	4	5	6				
Environetics Boa Boom III	USA	15	5	10	E.5.a.1.A	P/G						2	—	~ 15	—
Marum Enterprises Flexy II, 14"	USA	14	5	9	D.1.a.2.B	P/G						2	—	16	100
Flexy II, 13"		18	6	12	D.1.a.2.B	P/G						2	—	20	150
Nebern Plastics Fabricators Standard Sea Curtains	USA														
BHD5308FF		13	4	9	A.2.a.1.A	P/G						4	12,000	—	100
B-161208FF		18	5	13	A.2.a.1.A	P/G						4	16,000	—	120
AHD81208FF		20	7	13	A.2.a.1.A	F/G	P/G					4	43,000	—	300
Compactible Sea Curtain	USA														
SHD8120F		20	7	13	A.2.a.b.1.A	F/G	P/G					4	43,000	—	180
Sea Tender Boom ^a SHD5702MF		12	4	8	A.2.a.1.B	P/G						2	5,000	—	140
Nebern Balear 1	France	24	10	14	D.3,4.a orb. 1.A	F/G	P/G					3	—	—	335
Metropolitan Petroleum MP-Boom-Standard	USA	18	6	12	A.1.a.2.A	P/G						2	2,600	30	230
Oil Spill Containment Corp Oilfence, 13"	USA	18	9	9	E.5.a.5.B	F/G	P/G					4	32,400	30	260
Seaward International ³ Sea Fence Inner Harbor	USA	18	8	10	A.3.a.2.B	F/G	P/G					3	10,000	47	260
Slickbar Multi-purpose Mark 9	USA	18	6	12	C.1.a.2.A	F/G	P/G					2	5,000	—	—
Beach Boom Mark 6		18	5	12	C.1.a.2.A	F/G	P/G					2	5,000	—	~ 275
Uniroyal Sealboom, 18" Mini	USA	18	6	12	E.5.a.2.B	P/G						4	11,000	—	150
Welsh Oil-Tech ⁷ General Purpose Boom Class 1	USA	12	5	7	A.2.a.b.1.A	P/G						2	—	—	—

5-23

COMMERCIAL BOOM DESCRIPTIONS AND EVALUATIONS

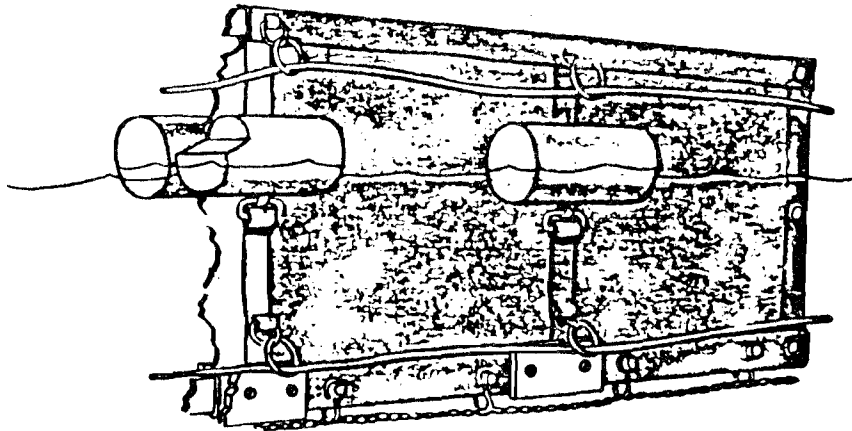
Goodyear Bottom Tensioned Open-Seas Boom

DESCRIPCION

Tipo	:	Tensión en el fondo.
Parte superficial	:	24 pulgadas
Flotabilidad	:	Cilindros de 22 pulgadas de diámetro.
Calado	:	36 pulgadas.
Material	:	Caucho con nylon.
Estabilidad en corriente	:	Excelente.
Estabilidad en viento	:	Promedio.
Durabilidad	:	Buena.
Manejo	:	Por debajo del promedio; requiere grúa o rieles.
Limpieza	:	Buena.

COMMERCIAL BOOM DESCRIPTIONS AND EVALUATIONS

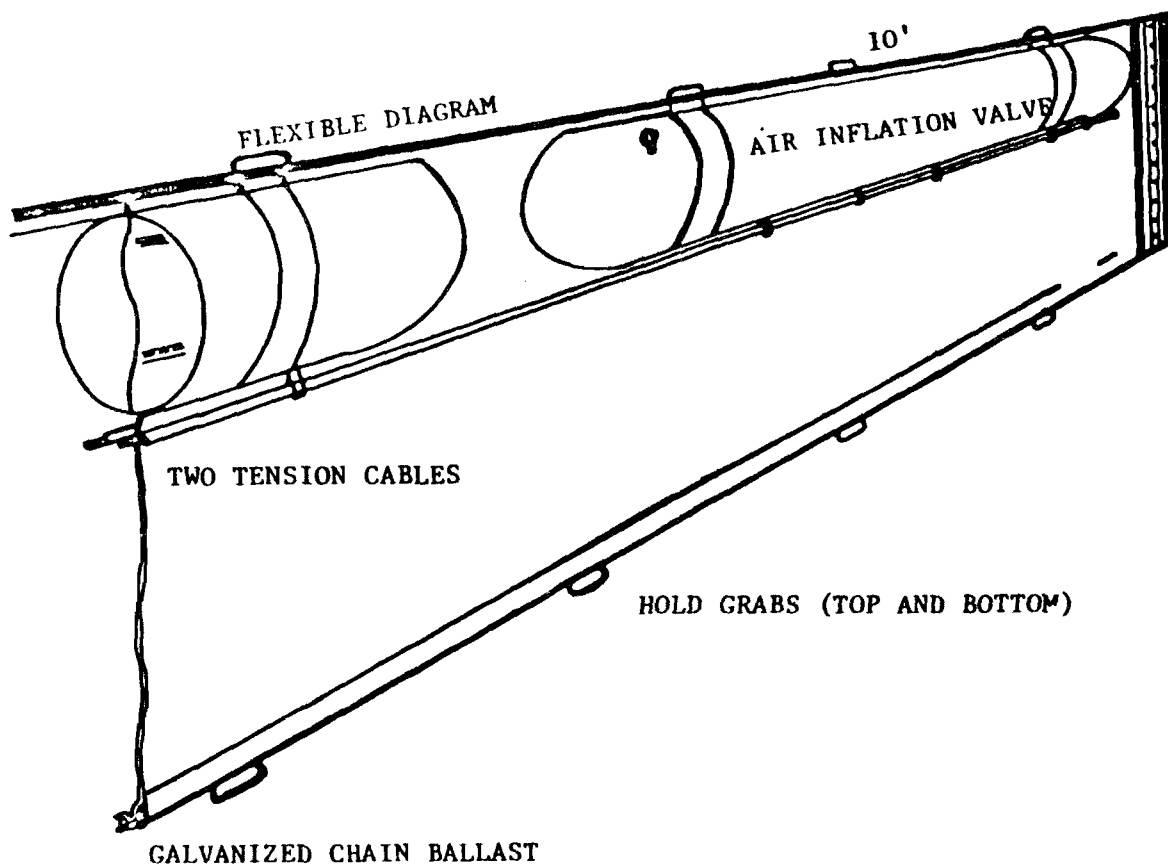
Coastal Services Boom (T-T Oil Boom)

DESCRIPCION

Tipo	:	Tensión en la falda.
Parte superficial	:	12 pulgadas.
Flotabilidad	:	Flotadores de 4 pulg. de diámetro x 9 pulg. de longitud.
Calado	:	24 pulg.
Fuerza de tensión	:	2.000 lbs.
Peso	:	2.5 lbs/pies.
Estabilidad en corriente	:	Buena.
Estabilidad en viento	:	Promedio.
Durabilidad	:	Promedio.
Manejo	:	Promedio.
Limpieza	:	Promedio.
Comentario general	:	Buen comportamiento en olas, pero deficiente en corrientes fuertes.

COMMERCIAL BOOM DESCRIPTIONS AND EVALUATIONS

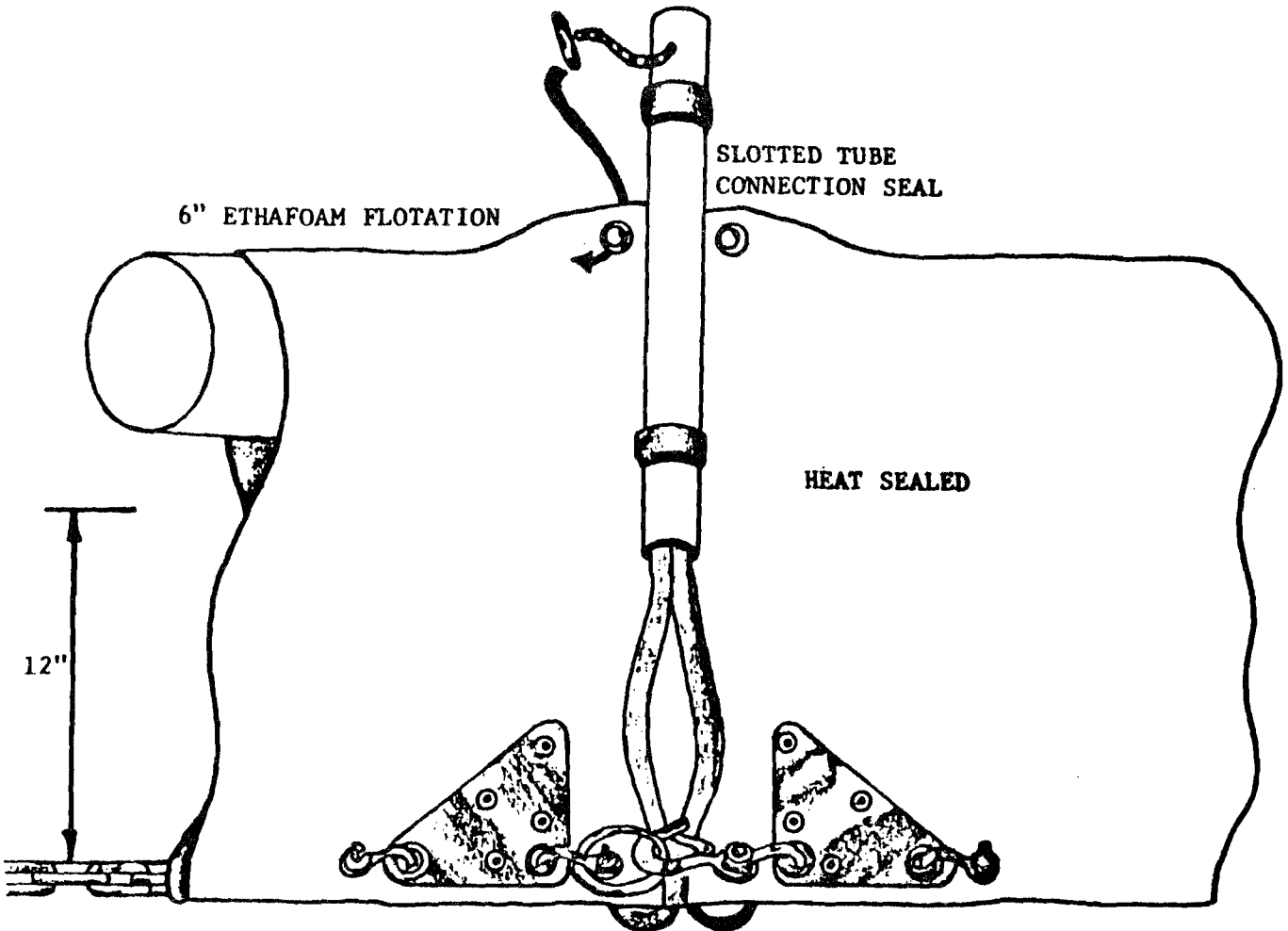
Clean Water Offshore Boom

DESCRIPCION

Tipo	:	Tensión en el tope
Parte superficial	:	14-1/2 pulgadas.
Flotabilidad	:	Flotadores inflables con dos válvulas independientes.
Calado	:	24 pulgadas.
Fuerza de tensión	:	80.000 lbs.
Material	:	Nylon y caucho.
Peso	:	7.5 lbs/pies.
Estabilidad en corriente	:	Buena.
Estabilidad en viento	:	Promedio.
Durabilidad	:	Buena, resistente a los agentes químicos.
Manejo	:	Bueno.

COMMERCIAL BOOM DESCRIPTIONS AND EVALUATIONS

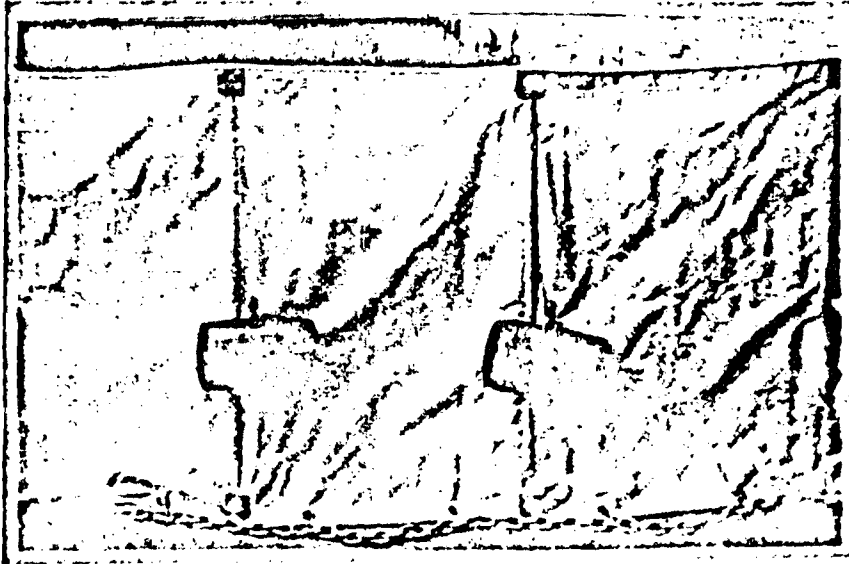
Parker Systems PSI Boom

DESCRIPCION

Tipo	:	Tensión en el fondo.
Parte superficial	:	6 pulgadas.
Flotabilidad	:	6 pulgadas de diámetro.
Calado	:	12 pulgadas
Fuerza de tensión	:	5400 lbs.
Material	:	Nylon reforzado con PVC
Peso	:	1.8 lbs/pies.
Estabilidad en corriente	:	Promedio
Estabilidad en viento	:	Buena
Durabilidad	:	Promedio.
Manejo	:	Buena.
Limpieza	:	Promedio
Comentario general	:	Buena para agua protegida y corriente mínima.

COMMERCIAL BOOM DESCRIPTIONS AND EVALUATIONS

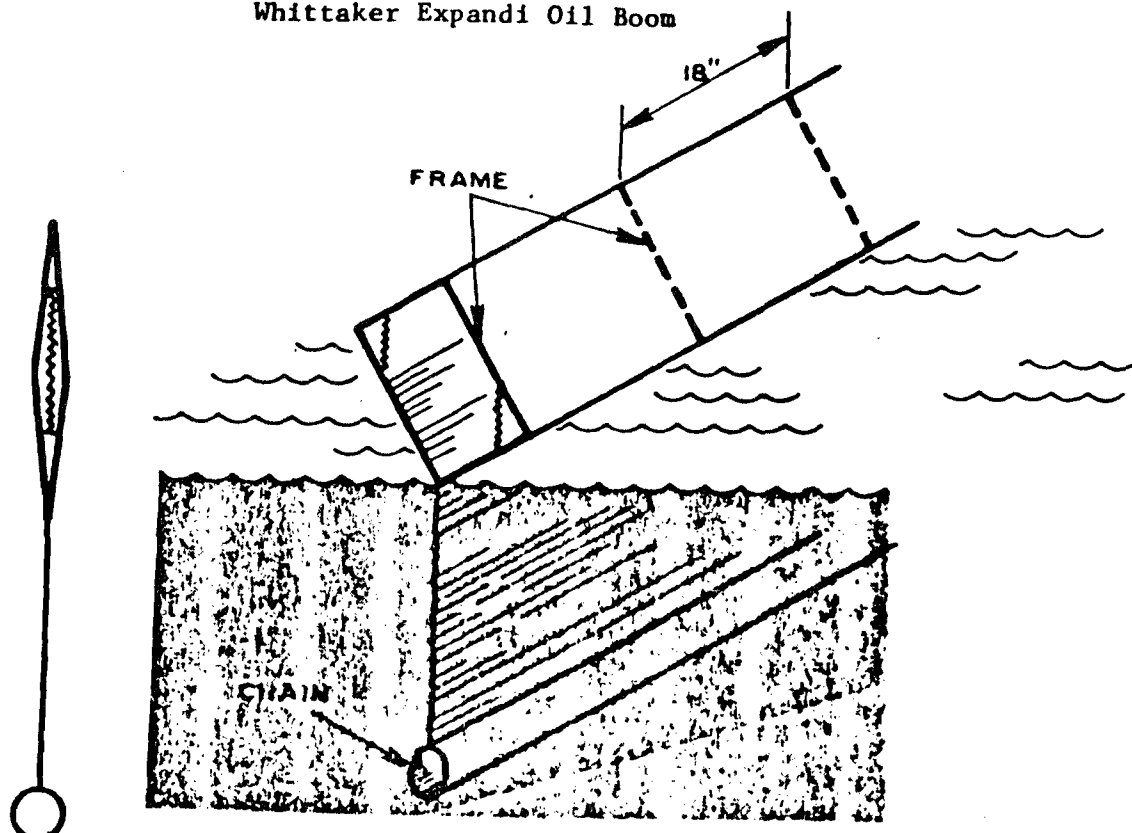
Colloid Chemical Co. Spilldam 360

DESCRIPCION

Tipo	:	Defensa, malla
Parte superficial	:	12 pulgadas.
Flotabilidad	:	Flotadores de 9 pulg. x 4 pulg. de diámetro de polietileno, uno en cada lado y separados 2 pies c/u.
Calado	:	24 pulgadas.
Fuerza de tensión	:	14.600 lbs
Material	:	PVC y nylon.
Peso	:	3 lbs/pies.
Estabilidad en corriente	:	Buena.
Estabilidad en viento	:	Promedio.
Durabilidad	:	Promedio.
Manejo	:	Promedio.
Limpieza	:	Promedio.
Comentario general	:	Buen comportamiento en olas pero ineficiente en corriente marina fuerte.

COMMERCIAL BOOM DESCRIPTIONS AND EVALUATIONS

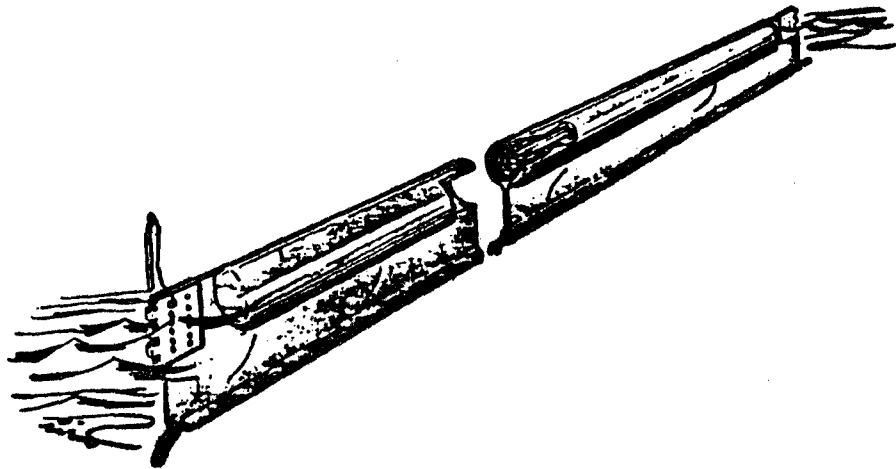
Whittaker Expandi Oil Boom

DESCRIPCION

Tipo	:	Tensión en el fondo
Parte superficial	:	11 pulg., 17.7 pulg.
Flotabilidad	:	7.8 pulg., 12.5 pulg. celdas cuadradas llenas de aire.
Calado	:	19.7 pulg., 25.6 pulg.
Fuerza de tensión	:	3.000 lbs.
Material	:	Estructura de polipropileno y plástico recubierto de nylon.
Peso	:	1.6 lbs/pies
Estabilidad con el viento	:	Promedio
Durabilidad	:	Baja. No tiene flotación permanente.
Manejo	:	Buena, liviana, muy rápida en el despliegue.
Limpieza	:	Buena.

COMMERCIAL BOOM DESCRIPTIONS AND EVALUATIONS

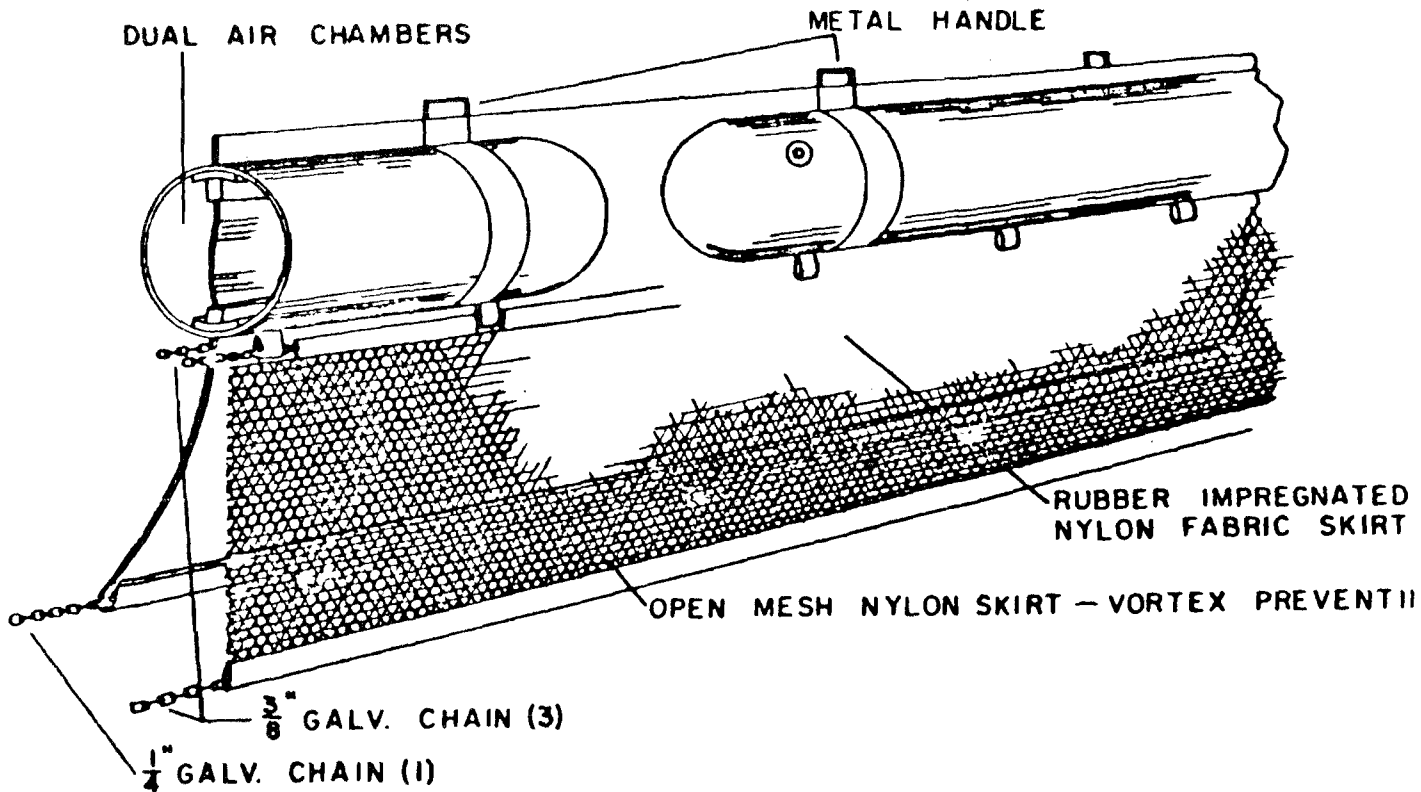
Warne Oil Spillage Boom

DESCRIPCION

Tipo	:	Tensión en el fondo
Parte superficial	:	8 pulgadas
Flotabilidad	:	Tubo de polietileno sellado a intervalos de 2 pies
Calado	:	20 pulgadas o 16 pulgadas.
Fuerza de tensión	:	300 lbs/pulg.
Material	:	Neoprene
Peso	:	7 - 8-1/2 lbs/pies.
Fabricación	:	Muy buena
Estabilidad con corriente:	:	Buena
Estabilidad con viento :	:	Buena
Durabilidad	:	Buena
Manejo .	:	Promedio.
Limpieza	:	Buena
Comentario general	:	Pesado, bien construido, costo alto.

COMMERCIAL BOOM DESCRIPTIONS AND EVALUATIONS

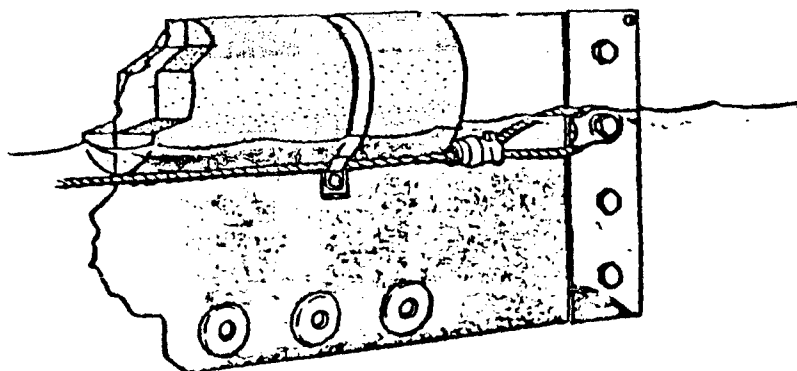
Goodyear Sea Sentry Oil Boom

DESCRIPCION

Tipo	:	Tensión en el tope y en el fondo.
Parte superior	:	9, 12 pulg.
Flotabilidad	:	Cilindros inflables de 8 pulg. diámetro x 9.5 pies de longitud, 12-1/2 pulg. de diámetro x 10 pies de longitud.
Calado	:	18, 24 pulg.
Fuerza de tensión	:	22.400, 44.000 lbs.
Material	:	Caucho y nylon
Peso	:	5, 10 lbs/pies.
Estabilidad en corriente	:	Buena.
Estabilidad en viento	:	Promedio.
Durabilidad	:	Buena, resistencia a productos químicos.
Manejo	:	Por debajo del promedio, modelos más grandes requieren equipos para su manejo.
Limpieza	:	Buena.

COMMERCIAL BOOM DESCRIPTIONS AND EVALUATIONS

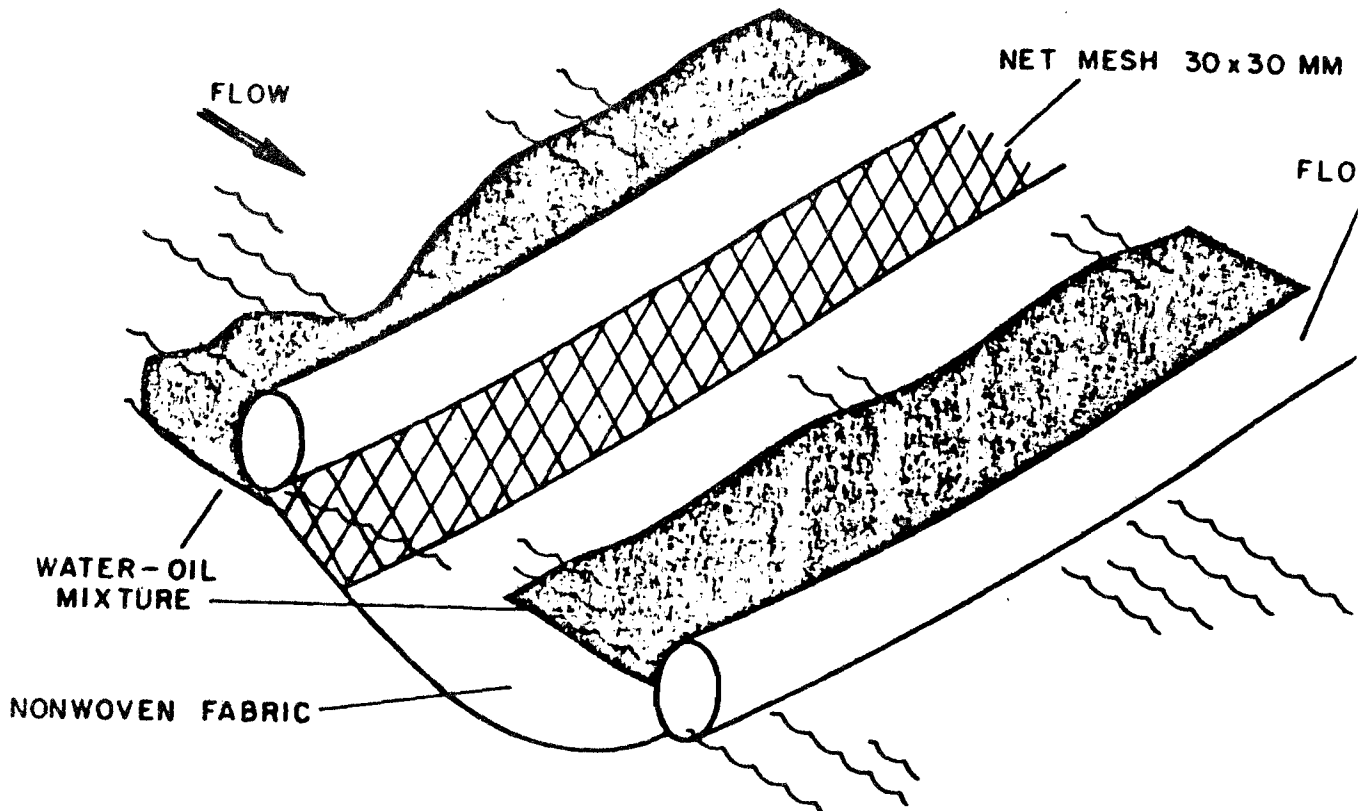
Slickbar

DESCRIPCION

Tipo	:	Tensión mediante cable.
Parte superficial.	:	4 pulg., 6-1/2 pulg.
Flotabilidad	:	Espuma de poliuretano.
Calado	:	6 pulg., 12 pulg.
Fuerza de tensión	:	7000 lbs.
Material	:	Fibra de polyester recubierta con PVC.
Estabilidad de viento	:	Buena.
Durabilidad	:	Promedio.
Manejo	:	Buena, liviano.
Limpieza	:	Promedio.
Comentario general	:	Comportamiento aceptable hasta olas de 6 pulgadas de alto.

COMMERCIAL BOOM DESCRIPTIONS AND EVALUATIONS

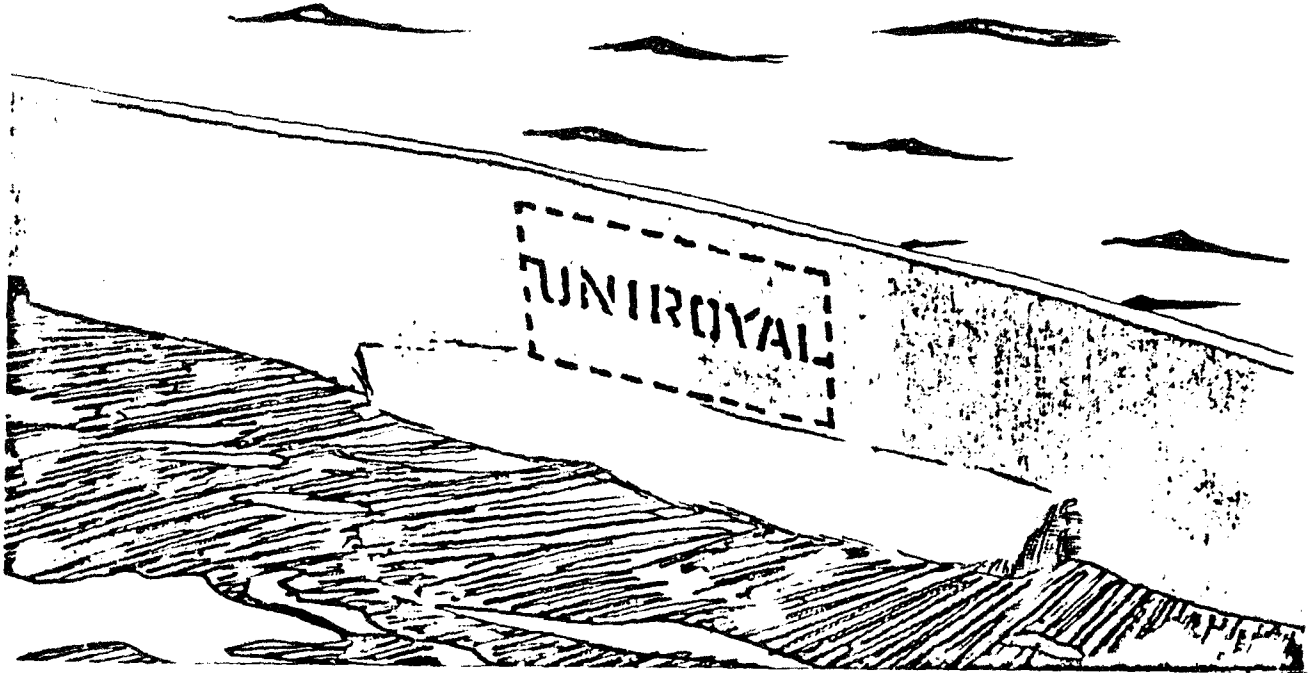
Steltner, PACE Boom

DESCRIPCION

Tipo	:	Inflable, tensión en la falda
Parte superficial	:	12 pulgadas.
Flotabilidad	:	Tubos de 13 pulg. de diámetro, de vinyl inflables en una malla de nylon.
Calado	:	24 pulgadas.
Fuerza de tensión	:	18.000 lbs.
Material	:	Polyester y malla de nylon.
Peso	:	2 lbs/pies.
Estabilidad al viento	:	Promedio.
Durabilidad	:	Promedio
Manejo	:	Buena, de peso liviano.
Limpieza	:	Buena.
Comentario general	:	Retiene bien el petróleo cuando existen corrientes moderadas.

COMMERCIAL BOOM DESCRIPTIONS AND EVALUATIONS

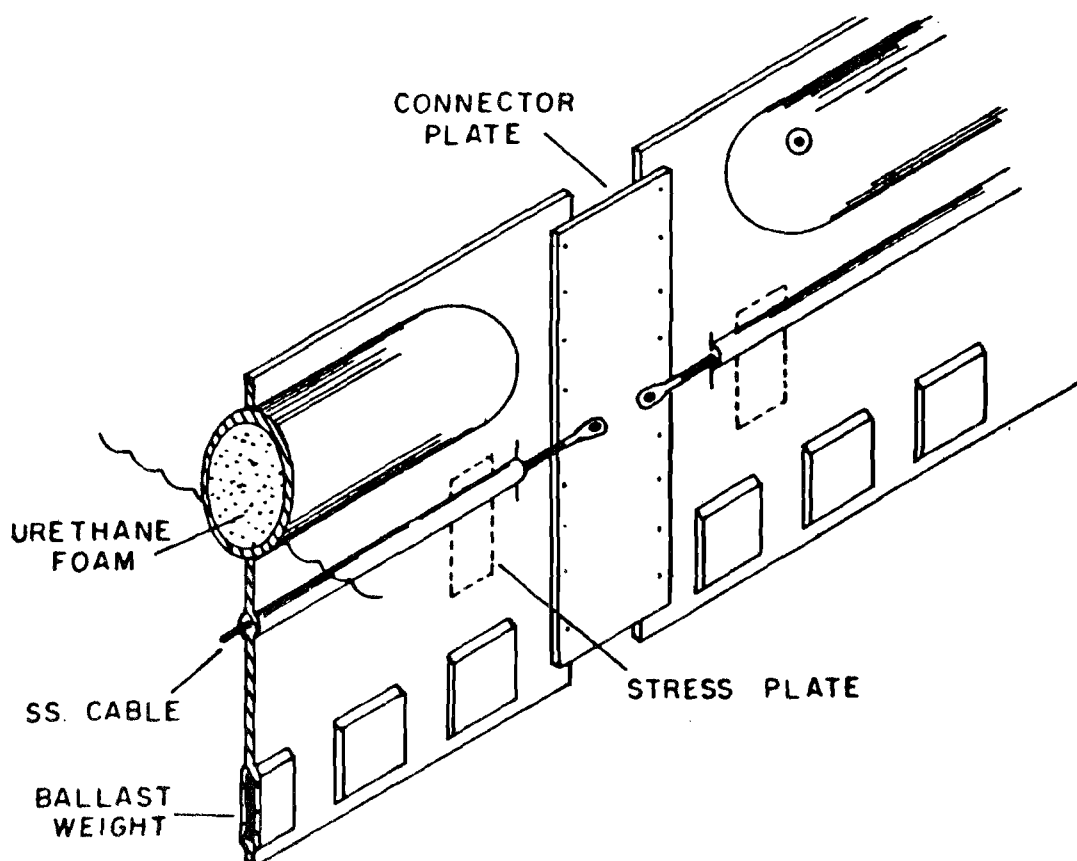
Uniroyal Sealdboom

DESCRIPCION

Tipo	:	Tensión en la falda.
Parte superficial	:	6 pies, 12 pies y 24 pies.
Flotabilidad	:	Celdas herméticas de polietileno.
Calado	:	12 pies, 24 pies, 48 pies.
Fuerza de tensión	:	11.000 a 48.000 lbs.
Material	:	Nylon - vulcanizado.
Peso	:	2 - 10 lbs/pies.
Estabilidad con viento	:	Buena.
Durabilidad	:	Buena.
Manejo	:	Excelente, liviano y los flotadores totalmente sellados.
Limpieza	:	Excelente.
Comentario general	:	Tiene unión vulcanizada y en material muy resistente.

COMMERCIAL BOOM DESCRIPTIONS AND EVALUATIONS

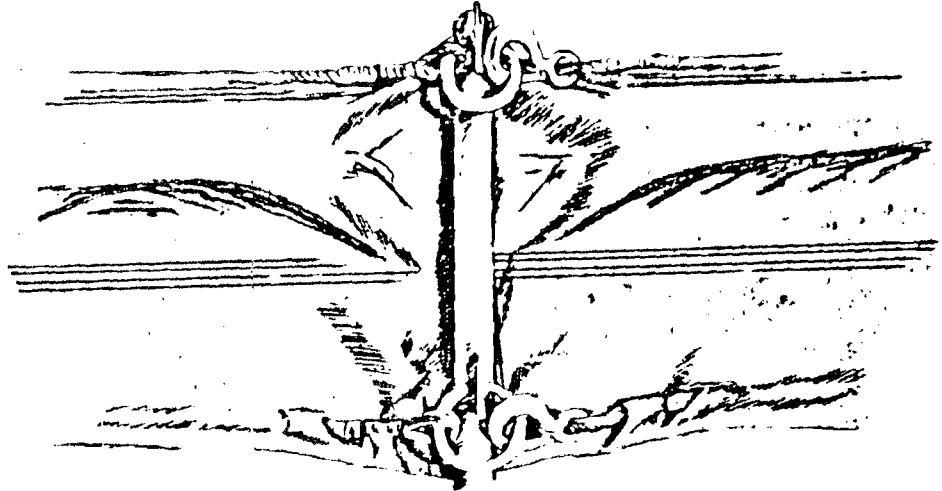
American Rubber Oil Containment Boom

DESCRIPCION

Tipo	:	Tensión en la falda.
Parte superficial	:	10 pulgadas.
Flotabilidad	:	Flotador de uretano de 8 pulg. de diámetro.
Calado	:	17 pulg.
Fuerza de tensión	:	1200 lbs.
Material	:	Cinta de neoprene recubierto con fibra sintética.
Peso	:	5 lbs/pies.
Estabilidad en corriente	:	Buena.
Estabilidad en viento	:	Buena.
Durabilidad	:	Buena.
Manejo	:	Promedio.
Limpieza	:	Buena (puede ser limpiada con vapor, solventes y detergentes).

COMMERCIAL BOOM DESCRIPTIONS AND EVALUATIONS

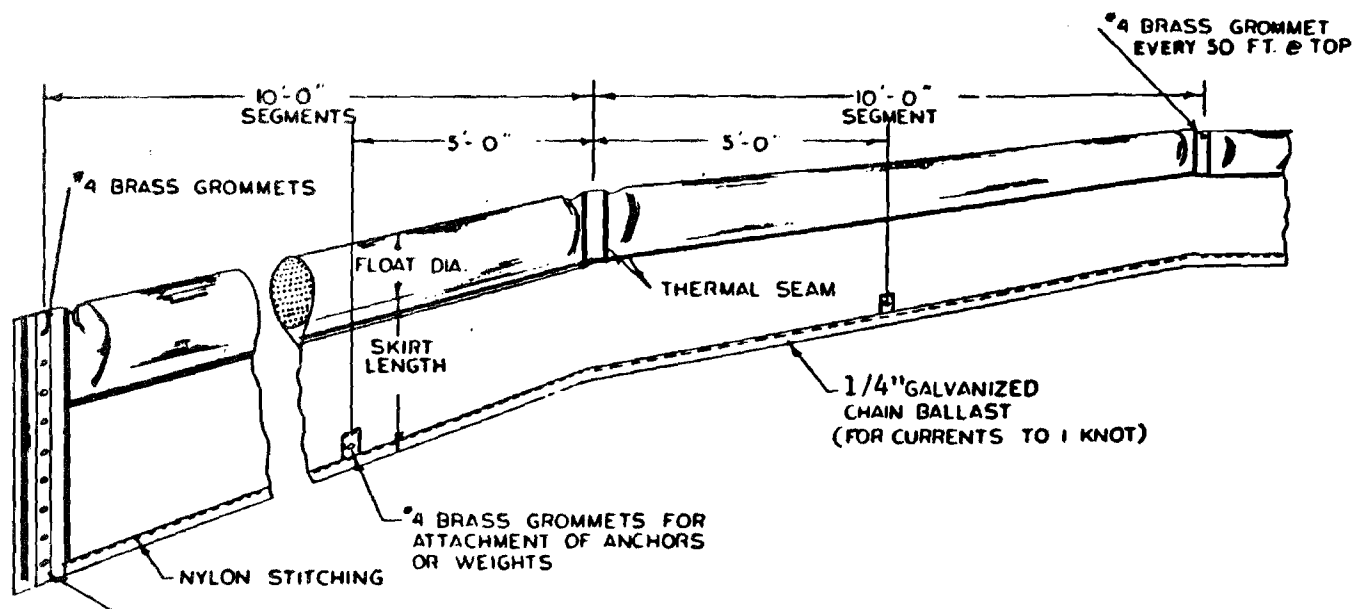
American Marine Boom

DESCRIPCION

Tipo	:	Tensión en el tope y en el fondo.
Parte superficial	:	6 - 12 pulgadas.
Flotabilidad	:	Flotadores de 6-12 pulgadas de diámetro de poliuretano y 7 pies de longitud.
Calado	:	12, 24 pulgadas.
Fuerza de tensión	:	4000 a 20000 lbs.
Material	:	Vinyl y nylon.
Peso	:	2-4 lbs/pies.
Estabilidad en corriente	:	Buena.
Estabilidad en viento	:	Buena.
Durabilidad	:	Promedio.
Manejo	:	Buena.
Limpieza	:	Promedio.

COMMERCIAL BOOM DESCRIPTIONS AND EVALUATIONS

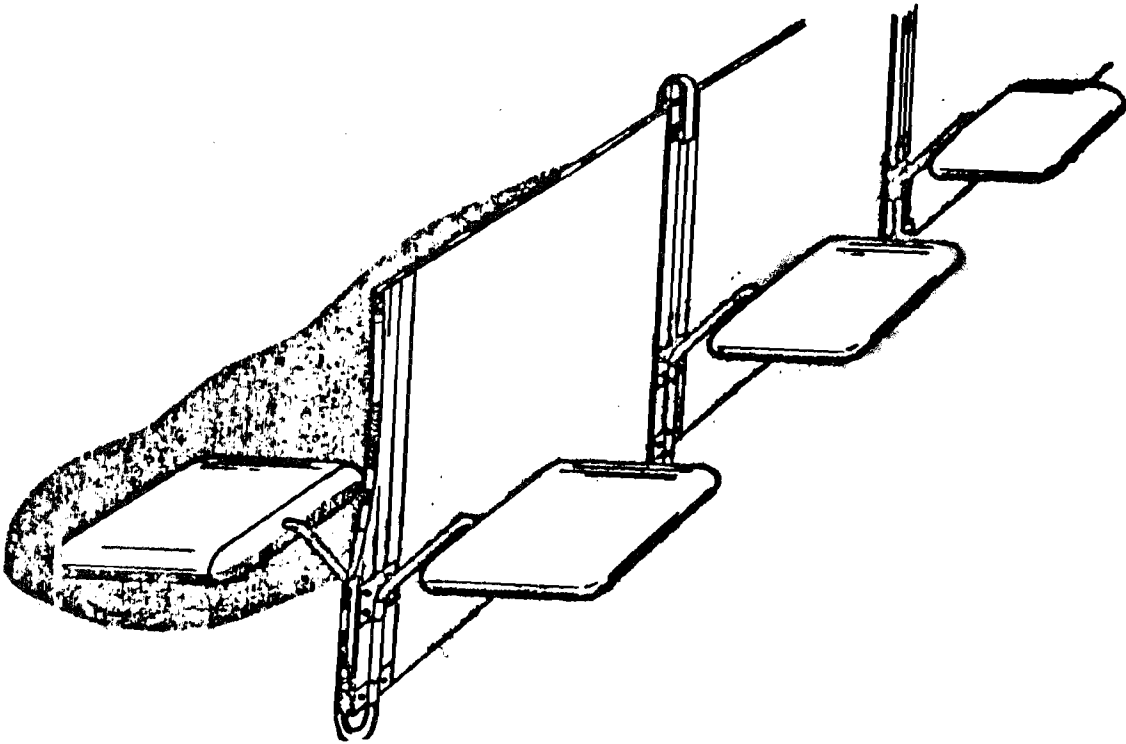
ACME Pollution Control

DESCRIPCION

Tipo	:	Tensión en la falda.
Parte superficial	:	11, 12 pulgadas.
Flotabilidad	:	Flotadores de 4-12 pulgadas de diámetro.
Calado	:	6 - 36 pulgadas.
Fuerza de tensión	:	360 lbs/pulgadas.
Material	:	Nylon, PVC.
Peso	:	1.5 lbs/pies.
Estabilidad en corriente	:	Pobre.
Estabilidad en viento	:	Buena.
Durabilidad	:	Promedio.
Manejo	:	Bueno, liviano, uniones simples.
Limpieza	:	Promedio.

COMMERCIAL BOOM DESCRIPTIONS AND EVALUATIONS

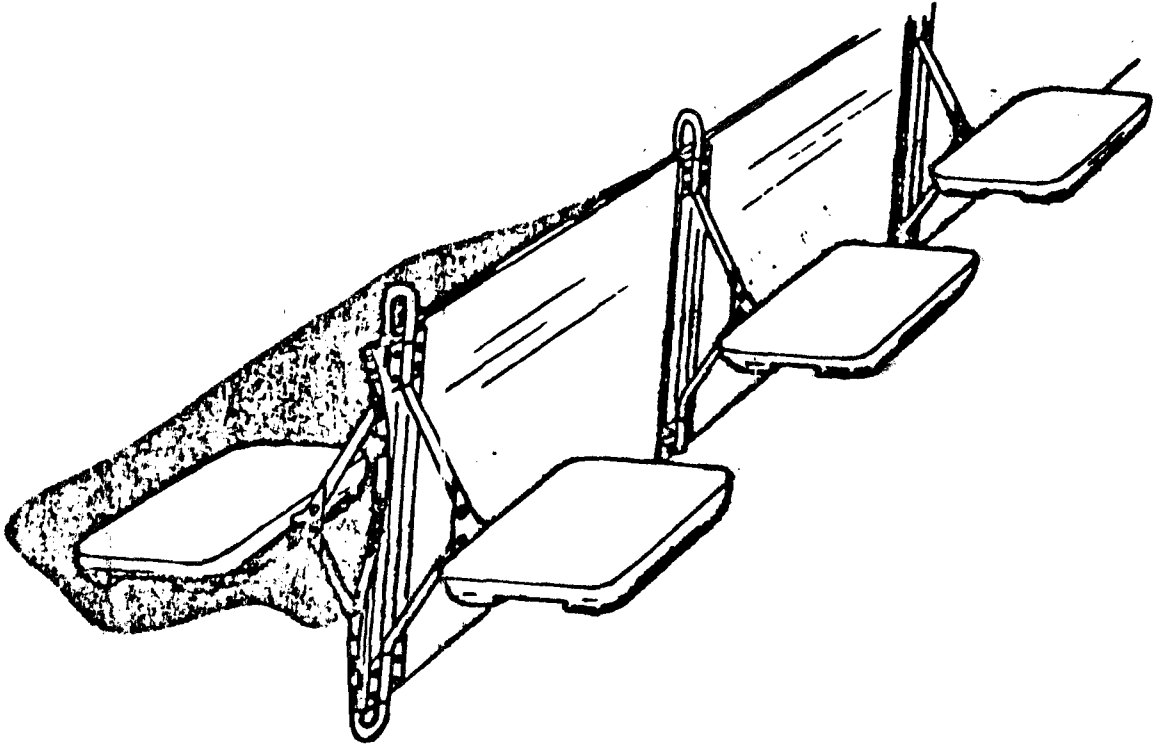
Pacific Pollution Control Aquafence

DESCRIPCION

Tipo	:	Instalaciones permanentes o despliegues de emergencia.
Parte superficial	:	8 pulg., 12, 18, 24 pulgadas.
Flotabilidad	:	Aletas rígidas de 6 pulgadas de diámetro.
Calado	:	8, 12, 18 y 24 pulgadas.
Fuerza de tensión	:	100.000 lbs.
Material	:	Poliuretano rígido, nylon.
Peso	:	2.7 lbs/pies.
Estabilidad en viento	:	Excelente.
Estabilidad en corriente	:	Excelente.
Durabilidad	:	Excelente.
Manejo	:	Buena
Limpieza	:	Buena.
Comentario general	:	Barrera con excelente resultado en la práctica, pero muy costoso.

COMMERCIAL BOOM DESCRIPTIONS AND EVALUATIONS

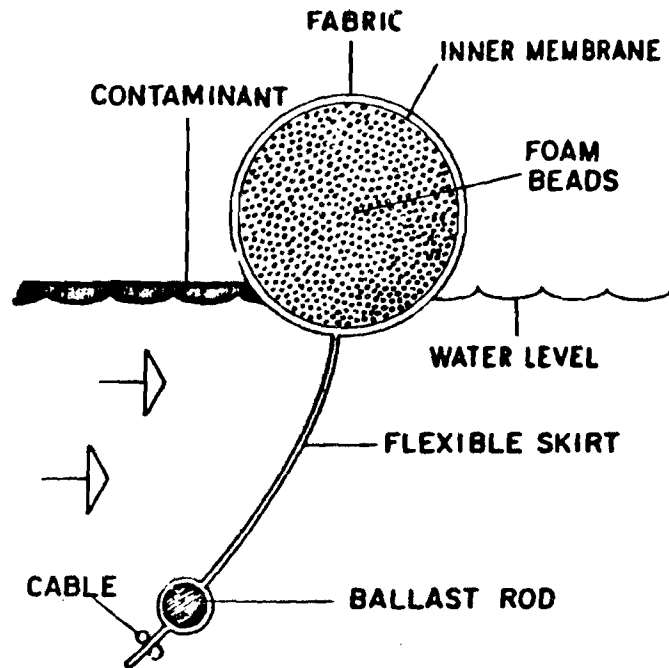
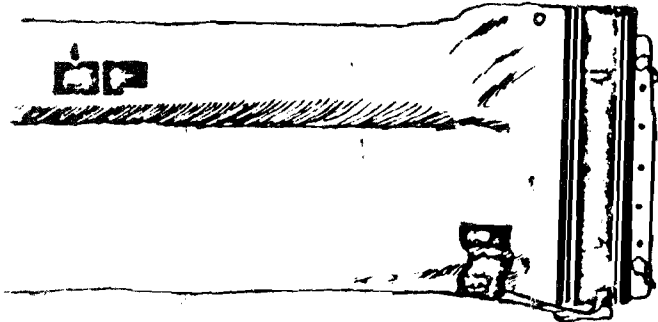
Oil Fence

DESCRIPCION

Tipo	:	Para instalaciones permanentes, despliegues de emergencia.
Parte superficial	:	9, 12, 18, 24, 36, 48 pulg.
Flotabilidad	:	Aletas rígidas.
Calado	:	9, 12, 18, 24, 36, 48 pulg.
Fuerza de tensión	:	1.800 lbs/pulg. de ancho.
Material	:	Poliuretano recubierto con fibras de nylon.
Peso	:	3.5 - 20 lbs/pies.
Estabilidad en viento	:	Excelente.
Estabilidad en corriente	:	Excelente.
Durabilidad	:	Excelente (7 años de garantía).
Manejo	:	Promedio
Limpieza	:	Buena.
Comentario general	:	Extremadamente buena en instalaciones fijas.

COMMERCIAL DESCRIPTIONS AND EVALUATIONS

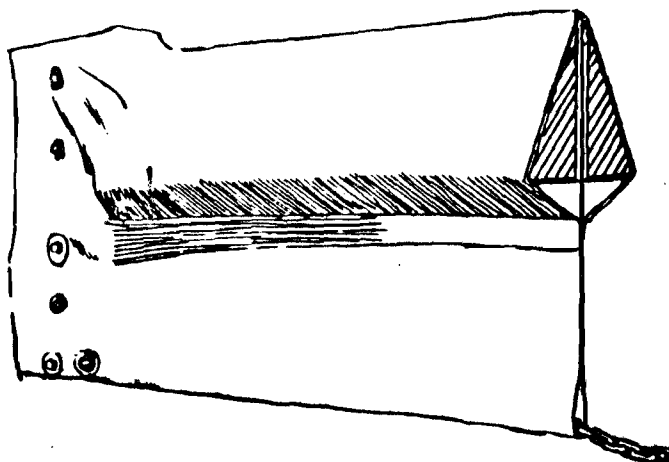
M-P Boom

DESCRIPCION

Tipo	:	Tensión en el fondo.
Parte superficial	:	6 pulgadas.
Flotabilidad	:	6 pulg. de diámetro.
Calado	:	12 pulg.
Material	:	Vinyl revestido con nylon.
Peso	:	2,13 lbs/pies.
Estabilidad en viento	:	Buena.
Estabilidad en corriente	:	Promedio
Durabilidad	:	Promedio
Manejo	:	Bueno, liviano.
Limpieza	:	Promedio.
Comentario general	:	Para corrientes marinas mínimas.

COMMERCIAL BOOM DESCRIPTIONS AND EVALUATIONS

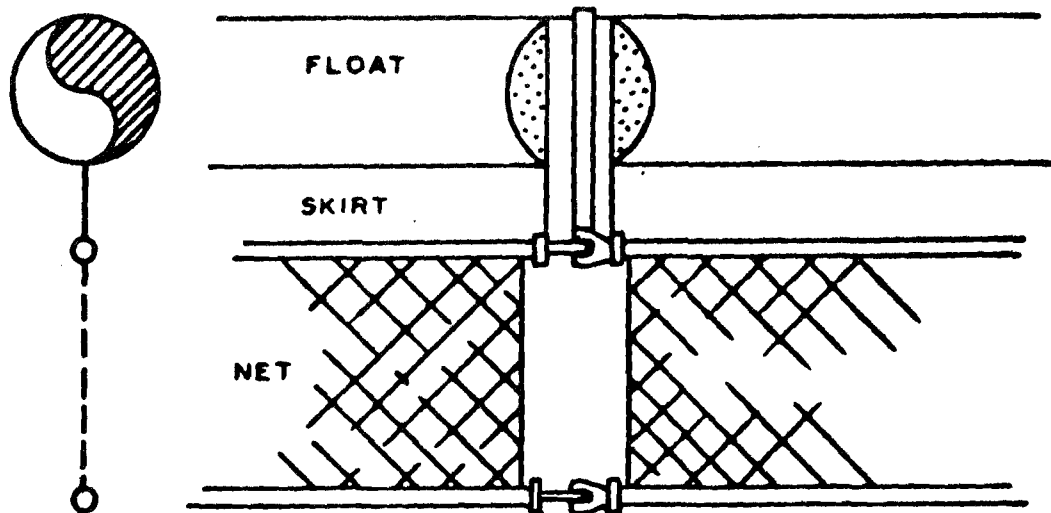
Marsan Oil Barrier

DESCRIPCION

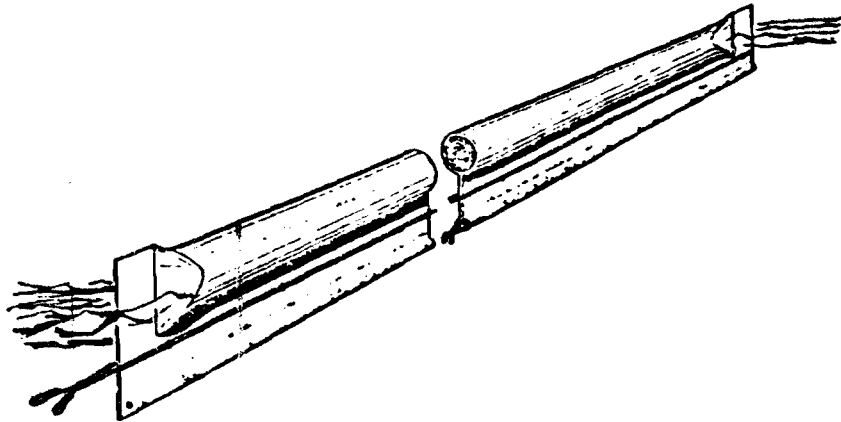
Tipo	:	Tensión en la falda.
Parte superficial	:	8 ó 16 pulg.
Flotabilidad	:	Espuma de uretano en forma triangular.
Calado	:	12 ó 24 pulg.
Fuerza de tensión	:	5.000 lbs/pies.
Material	:	Vinyl recubierto con nylon.
Peso	:	2 - 4 lbs/pies.
Estabilidad en corriente	:	Promedio
Estabilidad en viento	:	Promedio
Durabilidad	:	Promedio
Manejo	:	Promedio
Limpieza	:	Buena.

COMMERCIAL BOOM DESCRIPTIONS AND EVALUATIONS

Kepner Bottom Tensioned Boom*

DESCRIPCION

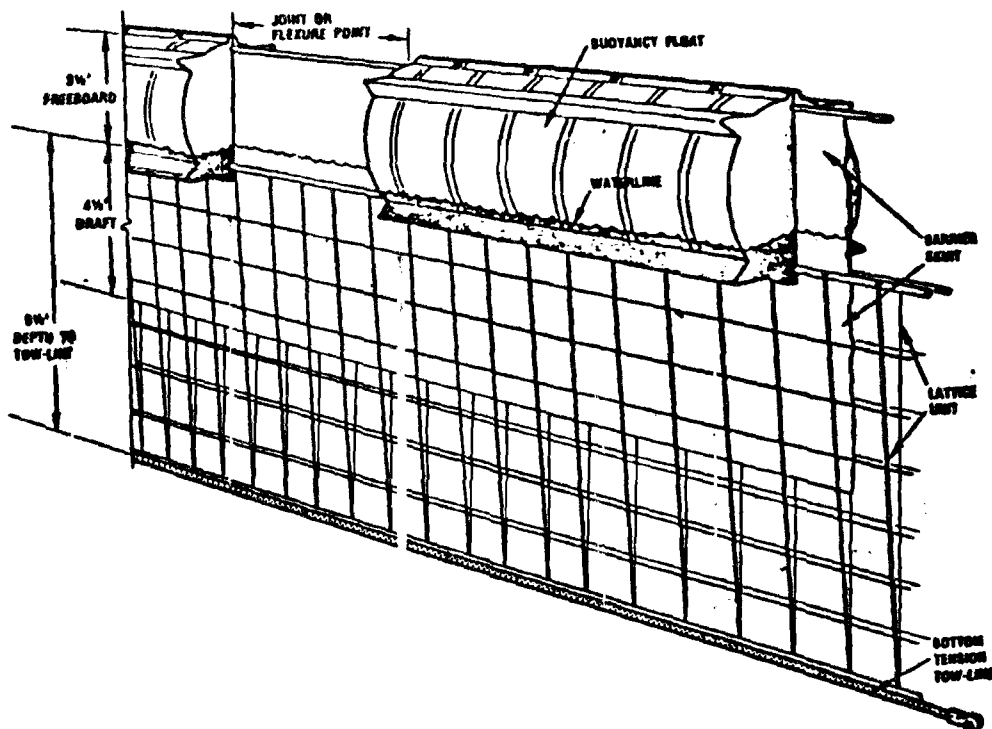
Tipo	:	Tensión en el fondo.
Parte superficial	:	11 pulgadas.
Flotabilidad	:	Flotador de 12 pulg. de diámetro.
Calado	:	24 - 30 pulg.
Material	:	Plástico recubierto con fibra de nylon.
Estabilidad en corriente	:	Muy buena.
Estabilidad en viento	:	Buena.
Durabilidad	:	Promedio.
Manejo	:	Promedio.
Limpieza	:	Buena.
Comentario general	:	Conexiones en los extremos deben ser flexibles.

COMMERCIAL BOOM DESCRIPTIONS AND EVALUATIONS**Kepner Sea Curtain**DESCRIPCION

Tipo	:	Tensión en el fondo con cadena.
Parte superficial	:	4 - 26 pulg.
Calado	:	9 - 42 pulg.
Fuerza de tensión	:	12.000 - 80.000 lbs
Material	:	Plástico revestido con nylon.
Peso	:	1 - 18 lbs/pies
Estabilidad en corriente	:	Buena.
Estabilidad en viento	:	Buena.
Durabilidad	:	Buena.
Manejo	:	Buena.
Limpieza	:	Promedio.

COMMERCIAL BOOM DESCRIPTIONS AND EVALUATIONS

Imodco or Inco
(Exxon Boom)

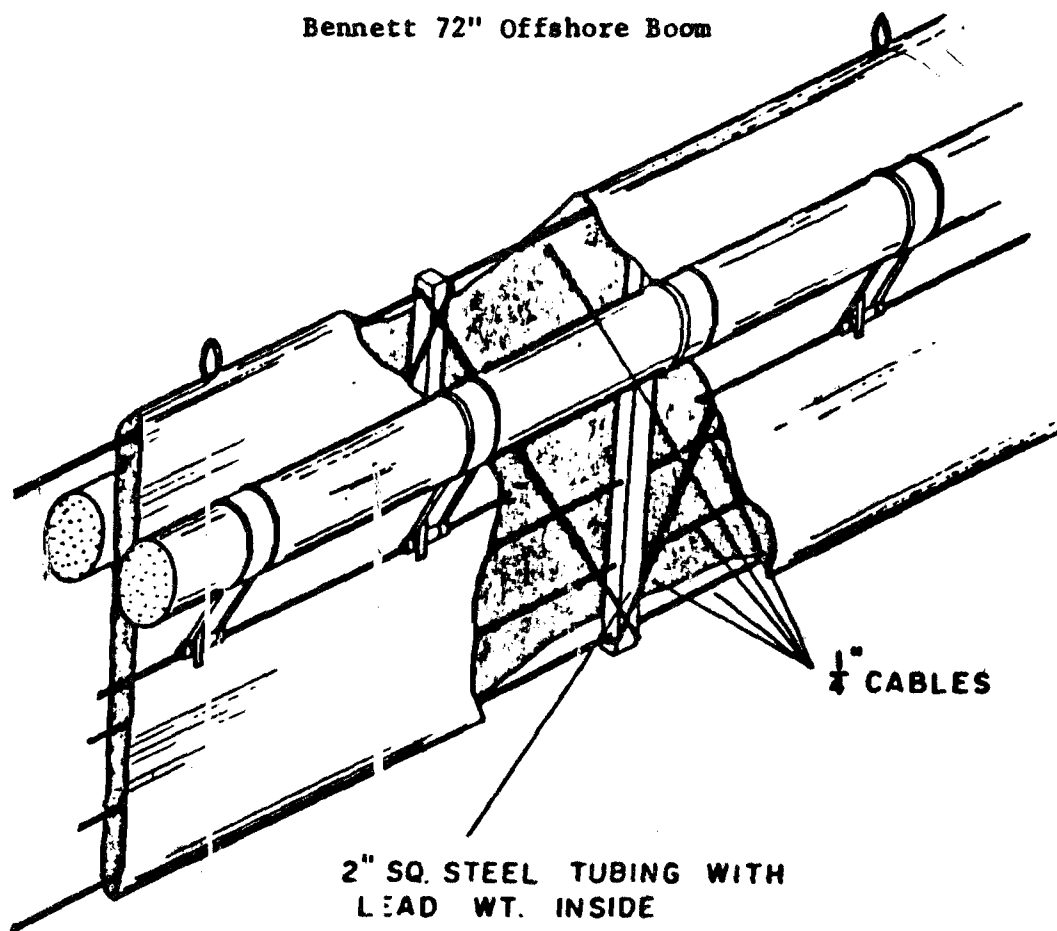


DESCRIPCION

Tipo	:	Tensión en el fondo.
Parte superficial	:	3-1/2 pies.
Flotabilidad	:	Cilindros de polietileno llenos de aire de 4 pies de diámetro x 13 pies de longitud.
Calado	:	4-1/2 pies.
Fuerza de tensión	:	1-1/2 pulgadas, en cable de acero.
Material	:	Polipropileno y neoprene.
Estabilidad en corriente	:	Excelente.
Estabilidad en viento	:	Buena.
Durabilidad	:	Buena
Manejo	:	Promedio.
Limpieza	:	Promedio.
Comentario general	:	Muy costoso, pero buen comportamiento en Costa Afuera.

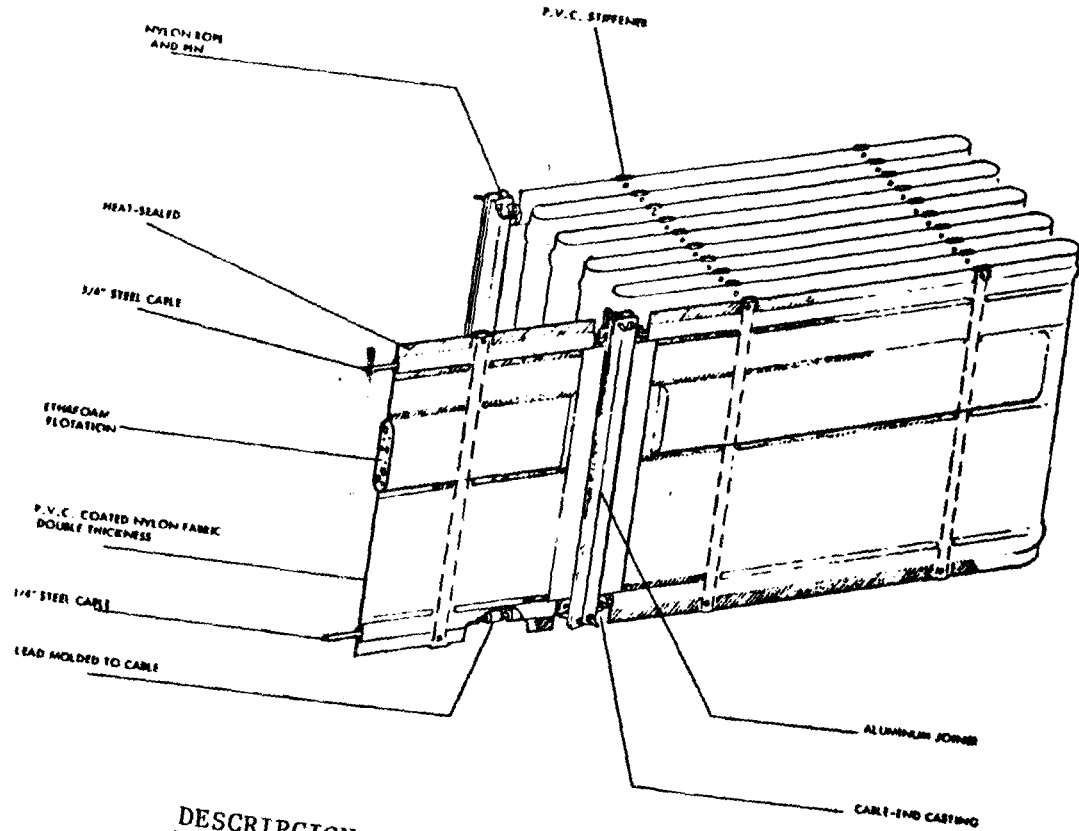
COMMERCIAL BOOM DESCRIPTIONS AND EVALUATIONS

Bennett 72" Offshore Boom

DESCRIPCION

Tipo	:	Tensión en la falda.
Parte superficial	:	2 pies.
Flotabilidad	:	Dos flotadores de 8 pulgadas de diámetro.
Calado	:	4 pies.
Fuerza de tensión	:	110.000 lbs.
Material	:	PVC
Estabilidad en corriente	:	Por debajo del promedio.
Estabilidad en viento	:	Por debajo del promedio.
Durabilidad	:	Promedio.
Manejo	:	Pesado y de forma complicada, requiere equipos y varios hombres su manejo.
Limpieza	:	Promedio.

COMMERCIAL BOOM DESCRIPTIONS AND EVALUATIONS
BENNET INSHORE OIL BOOM

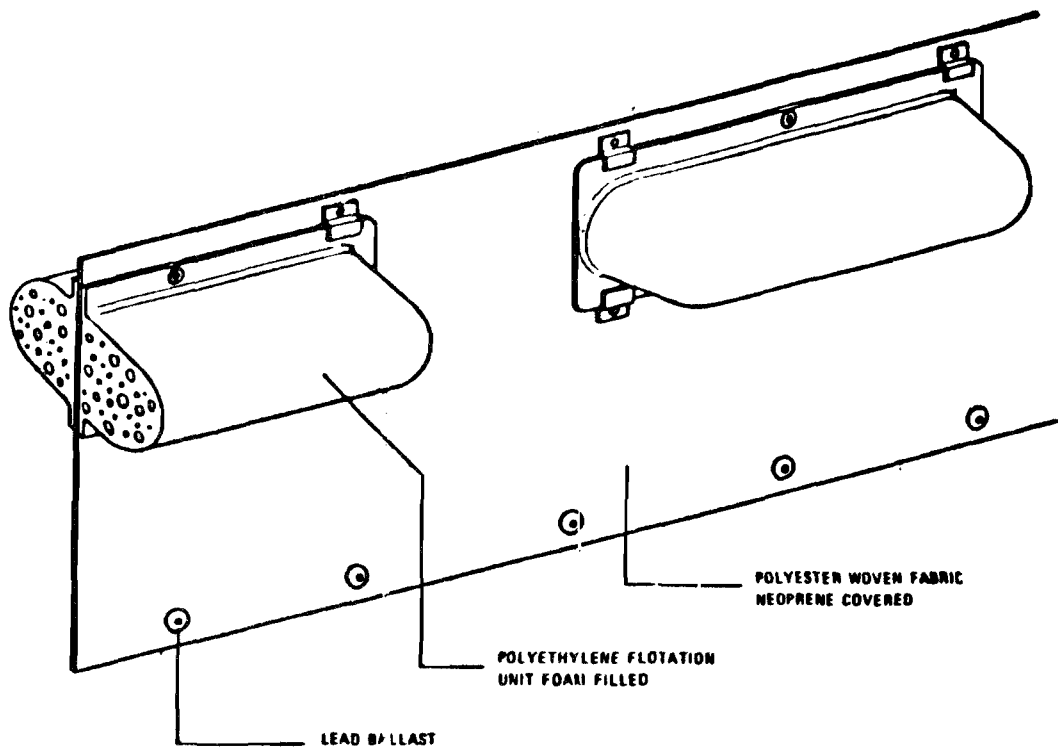


DESCRIPCION

Tipo	:	Tensión en el tope y en el fondo.
Parte superficial	:	5, 6, 8 y 12 pulgadas.
Flotabilidad	:	Flotador ovalado de 2 y 6 pulgadas.
Calado	:	7, 12, 16 y 24 pulgadas.
Fuerza de tensión	:	7000 a 14000 lbs.
Material	:	PVC recubierto con nylon.
Peso	:	2 ó 3 lbs/pies.
Estabilidad en corriente	:	Promedio.
Estabilidad en viento	:	Promedio.
Durabilidad	:	Promedio.
Manejo	:	Bueno (fácilmente manejable por dos personas).
Limpieza	:	Bueno.

COMMERCIAL BOOM DESCRIPTIONS AND EVALUATIONS

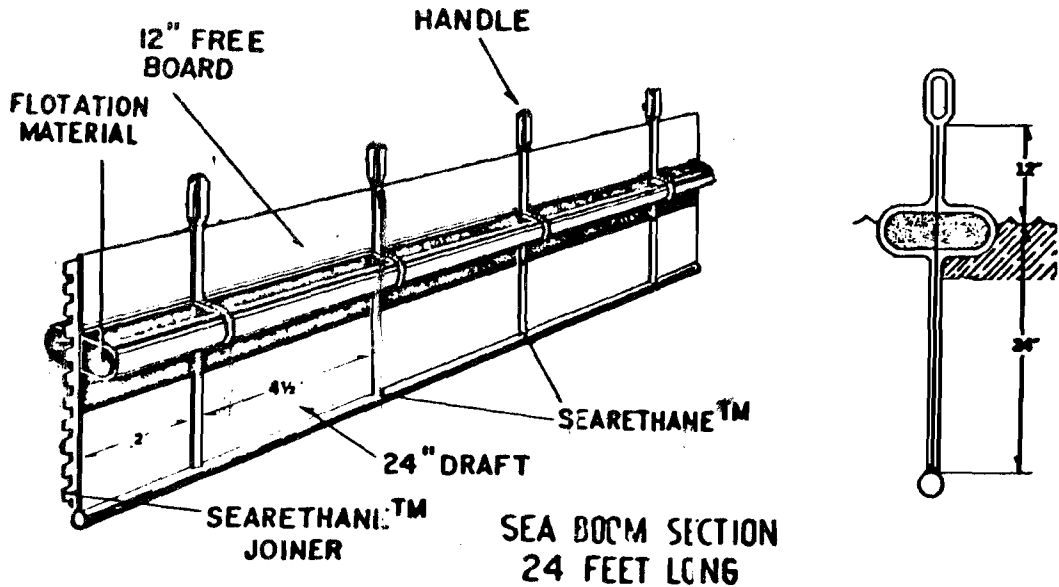
Bennett Harbor Boom

DESCRIPCION

Tipo	:	Tensión en la falda.
Parte superior	:	14, 18, 24 pulgadas.
Flotabilidad	:	Flotadores de espuma de uretano recubierto con una capa de polietileno.
Fuerza de tensión	:	1600 lbs/pulg.
Material	:	Fibras de polyester recubierta con poliuretano.
Peso	:	10, 12, 14 lbs/pies.
Estabilidad en corriente	:	Promedio.
Estabilidad en viento	:	Promedio.
Durabilidad	:	Promedio.
Manejo	:	Promedio.
Limpieza	:	Buena

COMMERCIAL BOOM DESCRIPTIONS AND EVALUATIONS

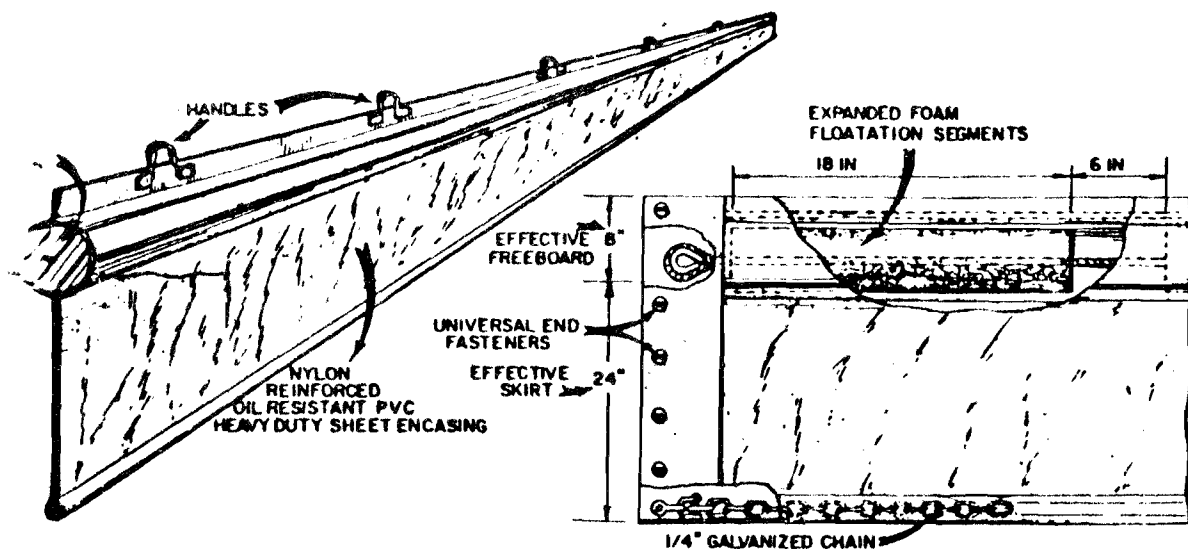
B. F. Goodrich Sea Boom 3 PF

DESCRIPCION

Parte superficial	:	6 - 12 pulgadas.
Flotabilidad	:	Material de flotación - espuma.
Calado	:	12, 24 pulg.
Fuerza de tensión	:	10.000 lbs.
Material	:	Caucho sintético.
Peso	:	0.13 lbs/Pies.
Estabilidad en corriente	:	Buena.
Estabilidad en viento	:	Buena.
Durabilidad	:	Excelente (2 años de garantía).
Manejo	:	Promedio.
Limpieza	:	Buena (puede ser limpiado en sitio).
Comentario general	:	Utilizar en aguas tranquilas.

COMMERCIAL BOOM DESCRIPTIONS AND EVALUATIONS

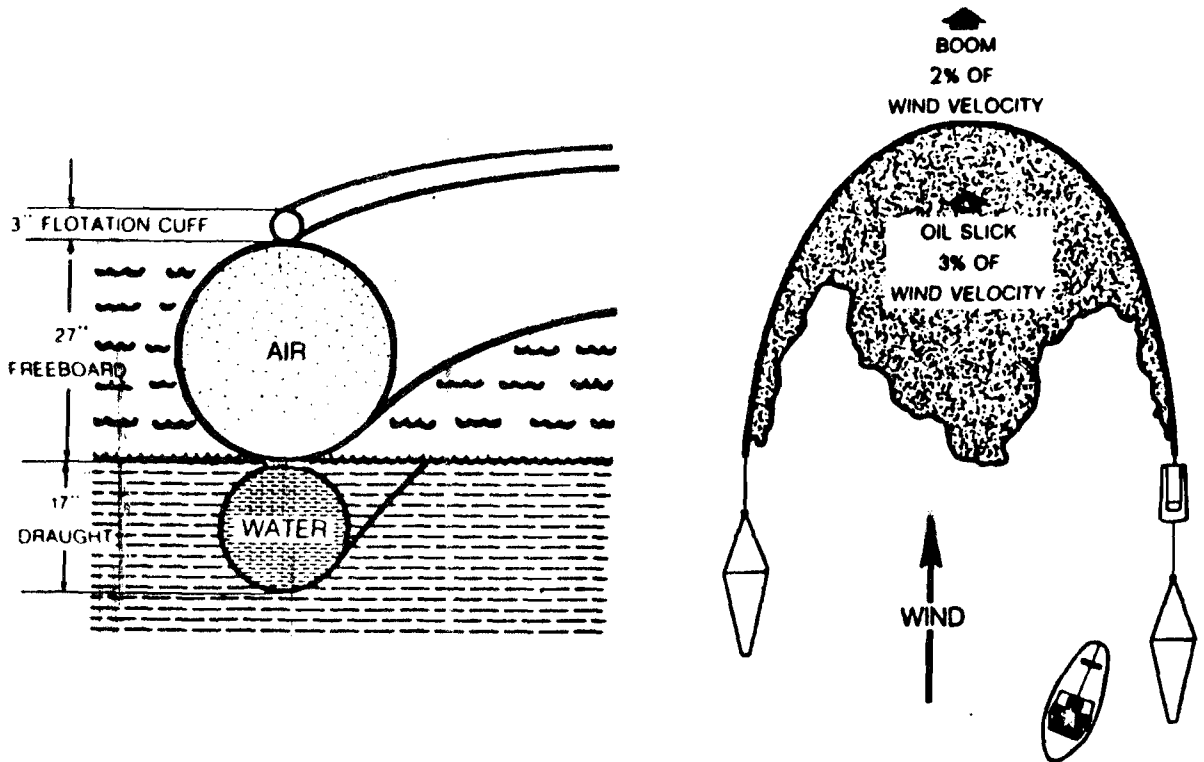
Clean Water Harbor Boom

DESCRIPCION

Tipo	:	Tensión en el tope y en el fondo.
Parte superficial	:	8 pulgadas.
Flotación	:	Flotadores de 6 pulgadas de diámetro.
Calado	:	24 pulgadas.
Fuerza de tensión	:	14.000 lbs.
Material	:	Nylon reforzado con PVC.
Peso	:	2 - 4 lbs/pies.
Estabilidad en corriente	:	Por debajo del promedio.
Estabilidad en viento	:	Promedio.
Durabilidad	:	Promedio.
Manejo	:	Promedio.
Limpieza	:	Buena.
Comentario general	:	Para corrientes menores de 1 pie/pulg.

COMMERCIAL BOOM DESCRIPTIONS AND EVALUATIONS

BP Vikoma Oil Boom

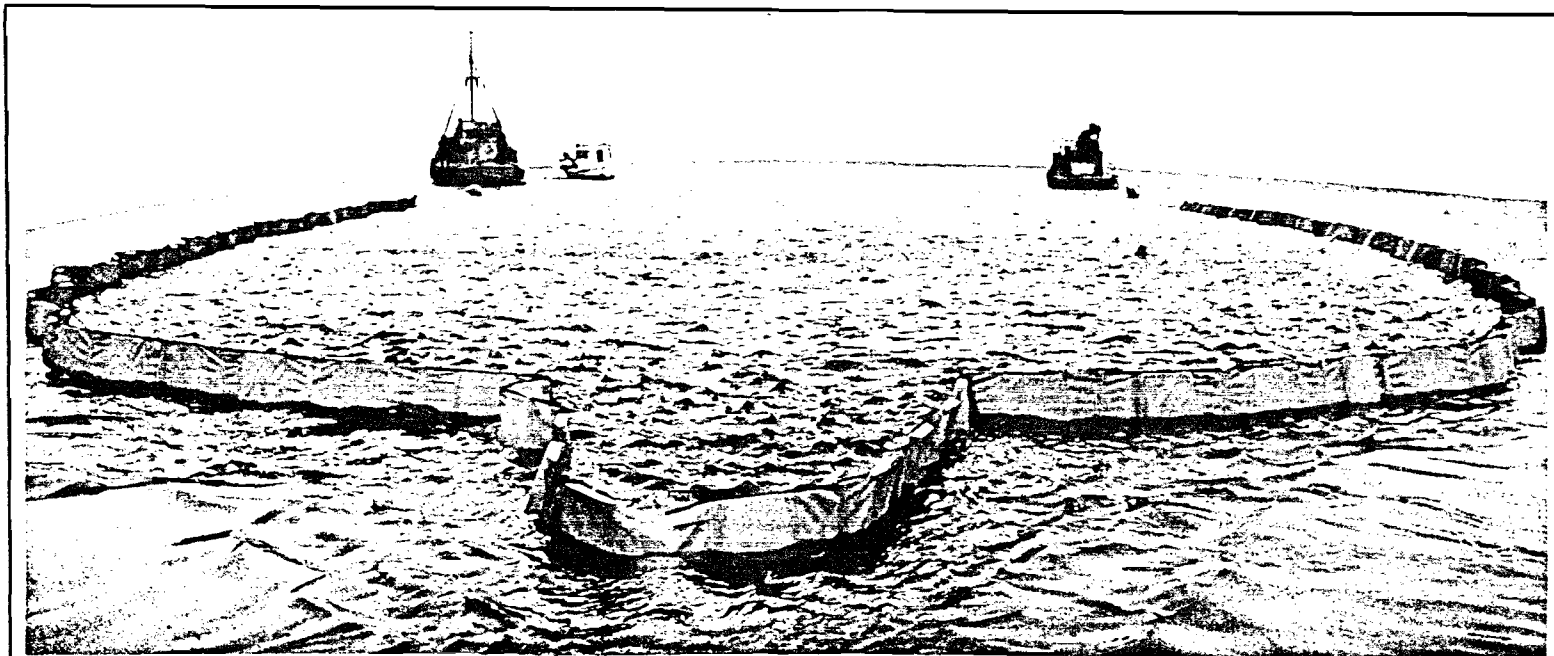
DESCRIPCION

Parte superficial	:	27 pulgadas.
Flotabilidad	:	Cámara de aire de 27 pulgadas de diámetro.
Calado	:	17 pulgadas.
Fuerza de tensión	:	40.000 lbs.
Material	:	Nylon.
Peso	:	3 lbs/pies.
Estabilidad en corriente	:	Por debajo del promedio.
Estabilidad en viento	:	Bueno.
Durabilidad	:	Promedio.
Manejo	:	Promedio, requiere equipo para lavarlos.
Limpieza	:	Bueno.
Comentario general	:	Se utiliza para retener derrames donde la barrera se deja mover en la misma dirección del viento.



FOTO 5-1 - Despliegue de una barrera desde un muelle





FOTOS 5-2 - 5-3 - 5-4 - Diversas formas de despliegue de barreras

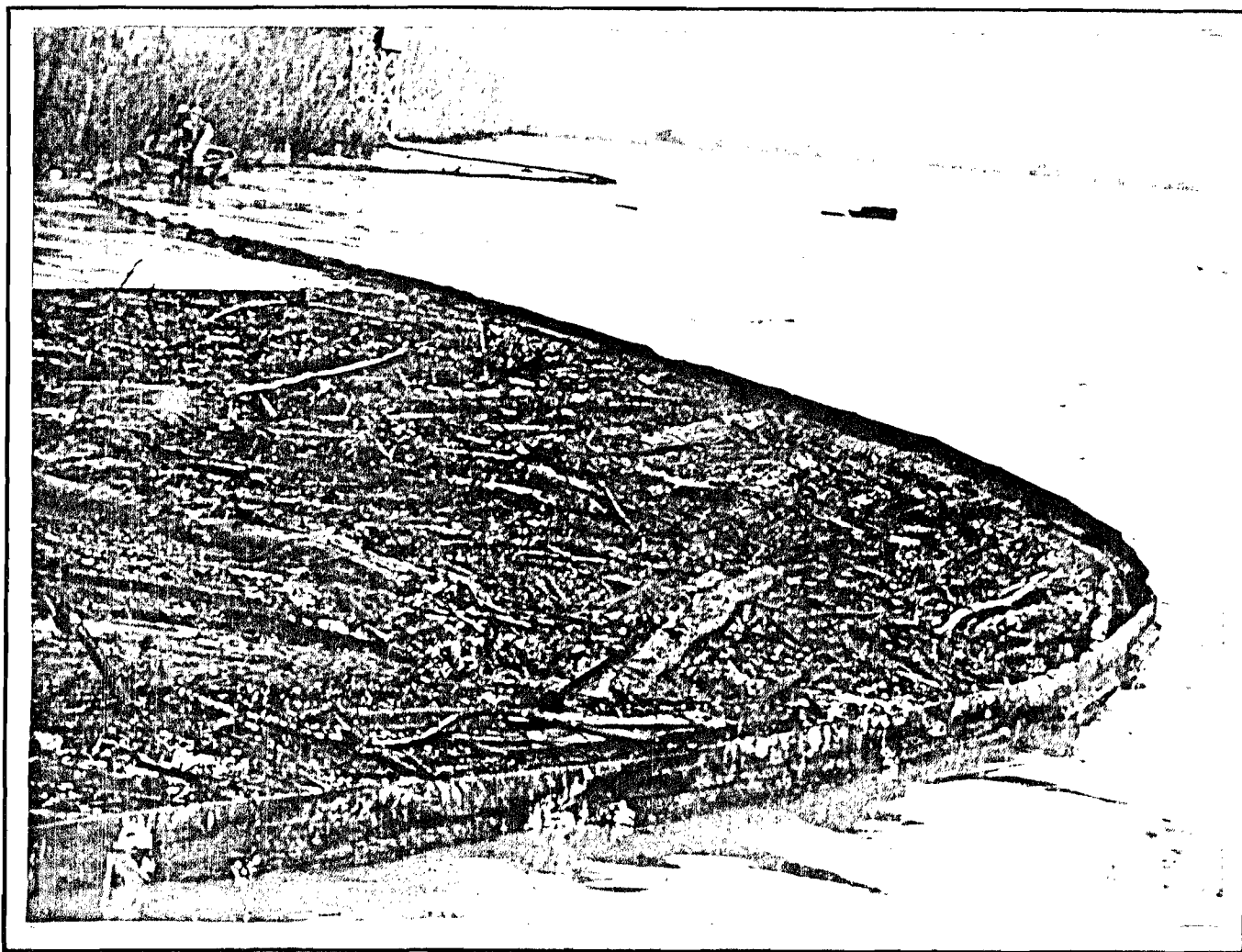


FOTO 5-5 - Barrera conteniendo desechos con petróleo

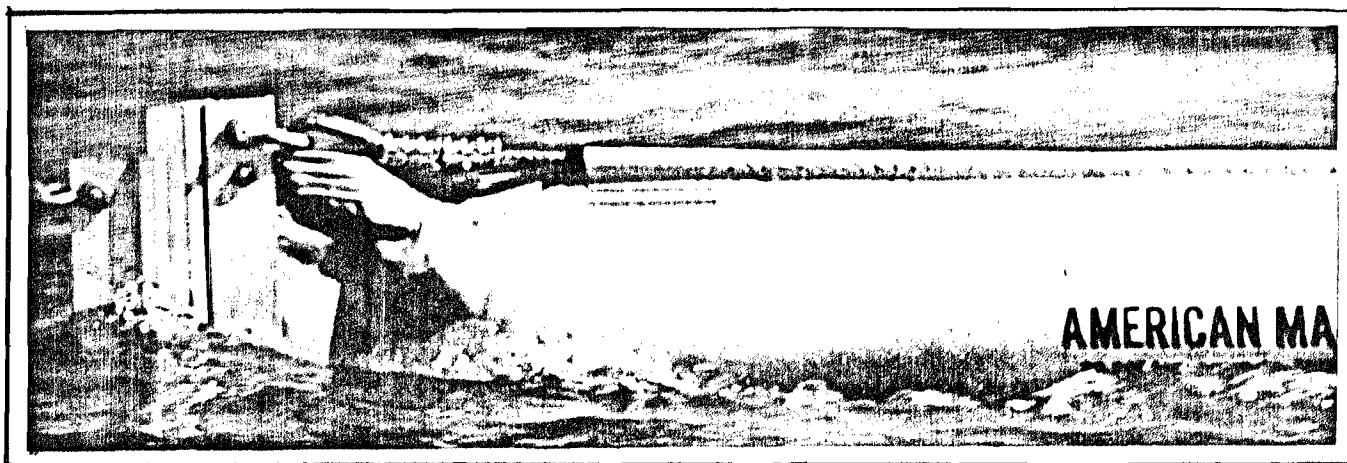


FOTO 5-6 - Extremo de una barrera en remolque

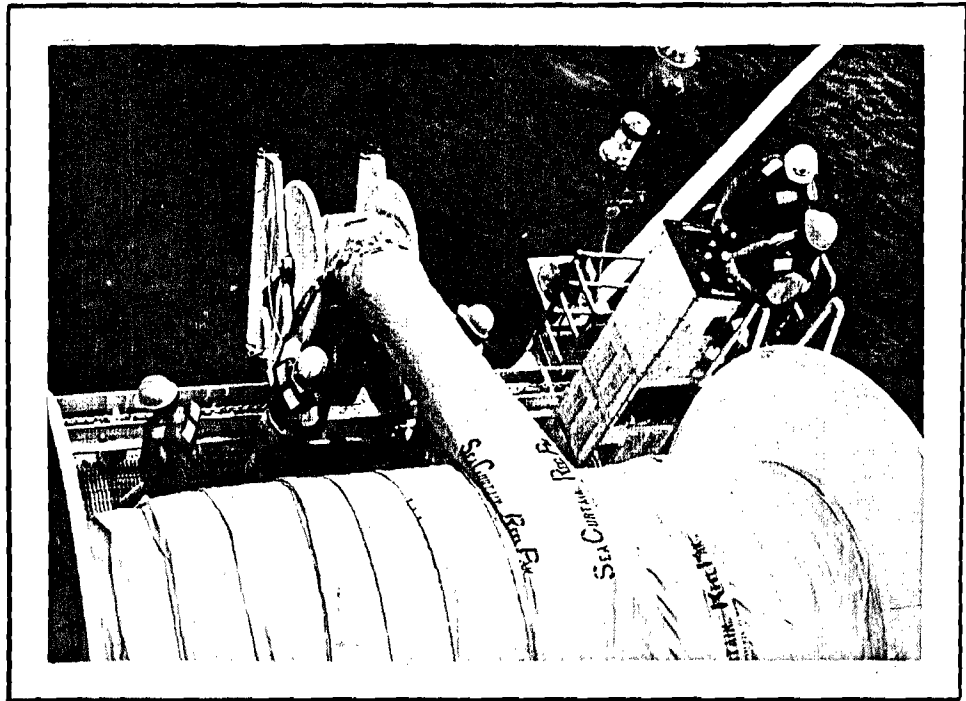


FOTO 5-7 - Carrete para almacenamiento y despliegue de barrera

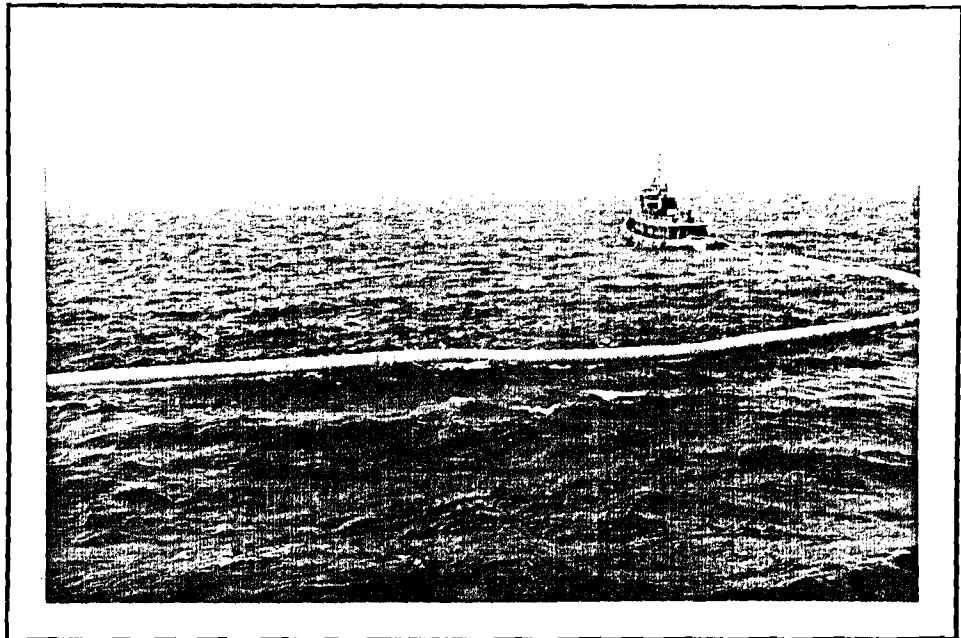


FOTO 5-8 - Remolque de una barrera



FOTOS 5-9 y 5-10 - Sistema de almacenamiento de barreras

CAPITULO 6

RECOLECCION DEL DERRAME

Y RECUPERACION DEL PETROLEO
(RECOLECTORES)

PRIMERA PARTE: RECOLECCION

6.1 INTRODUCCION

Una vez que el petróleo ha sido contenido, el próximo paso en la operación de limpieza es tratar de recuperar el petróleo desde la superficie del agua. Anteriormente se hizo presente que uno de los objetivos de la contención era concentrar el petróleo en capas gruesas para facilitar su recuperación. La mayoría de las veces, la contención y la recuperación son fases simultáneas en una tarea de limpieza. Tan pronto como se despliegan barreras en el lugar de un derrame se debe movilizar equipo y personal para tratar de aprovechar el aumento del espesor de la capa, para evitar operar con petróleo degradado y para minimizar las posibles pérdidas de petróleo que se derivan de fallas en las barreras. En este capítulo se analizarán algunos de los métodos de recolección del petróleo desde la superficie del agua.

Las tres formas de realizar la recuperación física del petróleo desde el agua son: el uso de recolectores mecánicos, el uso de sorbentes y la remoción manual. En la mayoría de los derrames cada uno de estos sistemas es utilizado en cierta medida, teniendo cada uno de ellos limitaciones específicas, dependiendo de la ubicación geográfica del derrame y de las condiciones climáticas del ambiente.

//..

6.2 Recolectores (Skimmers).

Un recolector puede ser definido como un equipo mecánico diseñado para remover el petróleo desde la superficie del agua sin causar mayores alteraciones en sus propiedades físicas o químicas. En general, estos equipos pueden ser clasificados de acuerdo a sus principios básicos de operación en 5 categorías generales:

- 1) Equipos del tipo vertedero
- 2) Equipos de aspiración o succión
- 3) Equipos centrífugos
- 4) Equipos sumergidos
- 5) Equipos de sorbentes superficiales

Cada uno de estos tipos de recolectores serán analizados más adelante teniendo presente que cada uno funciona en base a principios de operación y capacidades de recolección diferentes y cada uno presenta ventajas y desventajas. En algunos casos, un recolector tiene incorporados más de uno de los principios de operación señalados.

Los recolectores difieren bastante tanto en capacidad como en eficiencia. Experiencias realizadas han permitido comprobar que en ciertos casos pueden tener capacidades de recolección que van desde los 10 hasta los 2.000 litros por mi-

nuto. Bajo ciertas condiciones de operación, el contenido de agua en el petróleo recuperado varía desde cero hasta un 99%. Los recolectores pueden tener variadas formas, incluyendo aquellos diseñados para operar desde una posición fija, los que son autopropulsados, otros que requieren de corrientes para derivar el petróleo hacia el equipo fijo, y algunos que pueden ir montados en otras embarcaciones.

La efectividad de cualquier recolector depende de una serie de factores, como ser el tipo de petróleo derramado, el espesor de la mancha, la presencia de basura en el petróleo o en el agua, la ubicación del derrame y las condiciones climáticas ambientales, incluyendo la tranquilidad del mar en el lugar de la operación. La mayoría de los recolectores tienen un buen funcionamiento cuando la mancha de petróleo es relativamente gruesa. Cuando la capa que entra al recolectar es muy delgada el promedio de recuperación y la eficiencia en la recolección, (volumen de petróleo recuperado en relación al volumen total de líquido recolectado), tienen una notable disminución respecto a la normal. Así, muchos de los recolectores se utilizan conjuntamente con barreras de contención, las cuales aumentan el espesor de la mancha cuando son desplegadas en forma de V, desviando el petróleo hacia el recolector. El recolector es ubicado en el área donde hay mayor concentración de petróleo o bien la mancha es derivada hacia el

//..

colector.

Por lo general, los recolectores son ubicados por el lado de sotavento de una mancha de petróleo, de manera que el viento pueda ayudar a derivar el petróleo hacia el equipo recolector. En el capítulo anterior se hizo notar que en algunas ocasiones el petróleo no se concentra directamente contra la barrera, sino que algunos metros alejados del borde de ésta. (Head wave). En consecuencia, algunos tipos de recuperadores son colocados en esta zona para aumentar la eficiencia de recolección y disminuir la captación de agua. esto sucede especialmente con los equipos de aspiración, que serán analizados más adelante. Los recolectores pequeños generalmente tienen atados algunos cabos, de manera de poder cambiar su ubicación alrededor de la mancha de petróleo.

Las condiciones climáticas locales tienen una gran influencia en la eficiencia de los recolectores. El viento puede ser causa que la mancha sea alejada del recolector o acercada a él. Cuando la velocidad de la corriente excede de 0,7 nudos, el petróleo puede pasar por debajo del recolector salvo que este equipo sea movido en la misma dirección de la corriente y de la mancha que avanza. Todos los recolectores trabajan mejor en aguas tranquilas, con poca o ninguna acción de la ola ya que éstas reducen la movilidad de algunos tipos de recolectores y disminuyen la eficiencia de recolección de la mayoría

//..

de ellos. El efecto de las olas varía considerablemente con cada clase de recolector; algunos operarán en olas de hasta 60 cms., mientras que otros fallan con olas inferiores a 10 cms.

Teniendo presente que este es un factor muy importante en el uso de los recolectores mecánicos durante la limpieza de un derrame de petróleo, será objeto de un análisis detallado en las secciones siguientes de este capítulo. Un problema importante en la operación de cualquier recolector, especialmente en estuarios o cerca de la costa, es la presencia de basuras o hielo en la superficie del agua. Muchos recolectores dejarán de operar o disminuirán su eficiencia tan pronto entren en contacto con zargazos o basuras. La capacidad para operar con basuras varía con el tipo de recolector; la barrera afecta la eficiencia de los recuperadores de vertedero, aspiración, centrífugos o sumergidos, mientras que algunos equipos de sorbentes superficiales pueden verse menos afectados por este problema. En algunos recolectores se han incorporado rejillas para protegerlos contra la basura, pero de todas maneras es necesario efectuar limpiezas periódicas para mantener la eficiencia en la operación.

En ciertos tipos de recolectores la entrada de aire crea problemas similares a los causados por las basuras;

//..

una vez que el aire se introduce en el sistema muchas bombas pierden su ceiba y los recolectores dejan de operar. Algunos recolectores han tenido problemas con emulsiones de agua en petróleo y ciertos equipos son poco eficientes con petróleos pesados, especialmente en aguas frías, cuando esta combinación de factores no permite la aspiración de la mancha con bombas de vacío convencionales.

Cuanto mayor es la viscosidad del petróleo más difícil será que la mancha vaya hacia el recolector. Petróleos con una alta viscosidad o con un punto de congelación muy alto pueden también bloquear la entrada de algunos recolectores y dejarlos fuera de operación. De una manera similar, los petróleos expuestos al tiempo, tienden a ser más difíciles de recuperar que el petróleo fresco, ya que la viscosidad tiende a aumentar a medida que el petróleo permanece expuesto. En muchas oportunidades, especialmente con los recolectores de sorbentes superficiales, ocurre que el petróleo expuesto al tiempo puede ser recolectado desde la superficie del agua, pero no puede ser posteriormente trasvasijado debido a las limitaciones de los sistemas de bombeo para operar con estos productos.

6.3 Recolectores de vertedero (Weir Skimmers).

Este tipo de recolector aprovecha la fuerza de gra-

//..

vedad que permite separar el petróleo del agua. Estos equipos, en su forma más simple, consisten, de un vertedero o presa, un estanque y una conexión hacia una bomba exterior. Algunos de estos equipos traen incorporada la bomba en el equipo mismo. El principio básico de operación de los recolectores de vertedero está ilustrado en la figura 6.1 Existen diversos equipos del tipo de vertedero y entre sus ventajas podemos observar la movilidad y simplicidad. Las versiones más complejas incluyen elementos estabilizadores y reguladores de profundidad. Ver figura 6.2 y 6.3.

La parte superior de un recolector flotante de vertedero está ubicada a un cierto nivel con respecto a la superficie del agua. El agua y el petróleo llegan hasta la parte superior y caen en un depósito especial. A medida que el petróleo que hay en la superficie del agua cae dentro del vertedero, es aspirado continuamente por una bomba. El ideal es que este equipo esté ajustado de manera tal que la parte superior quede exactamente en la interfase agua/petróleo con el objeto de minimizar la cantidad de agua captada junto con el petróleo. Sin embargo, en la práctica esto es muy difícil pese a las variadas técnicas usadas para bajar o subir el nivel de los vertederos. El recuperador de tipo vertedero utiliza un sistema de flotación especial ajustable en el nivel requerido. Ver figura 6.4.

//..

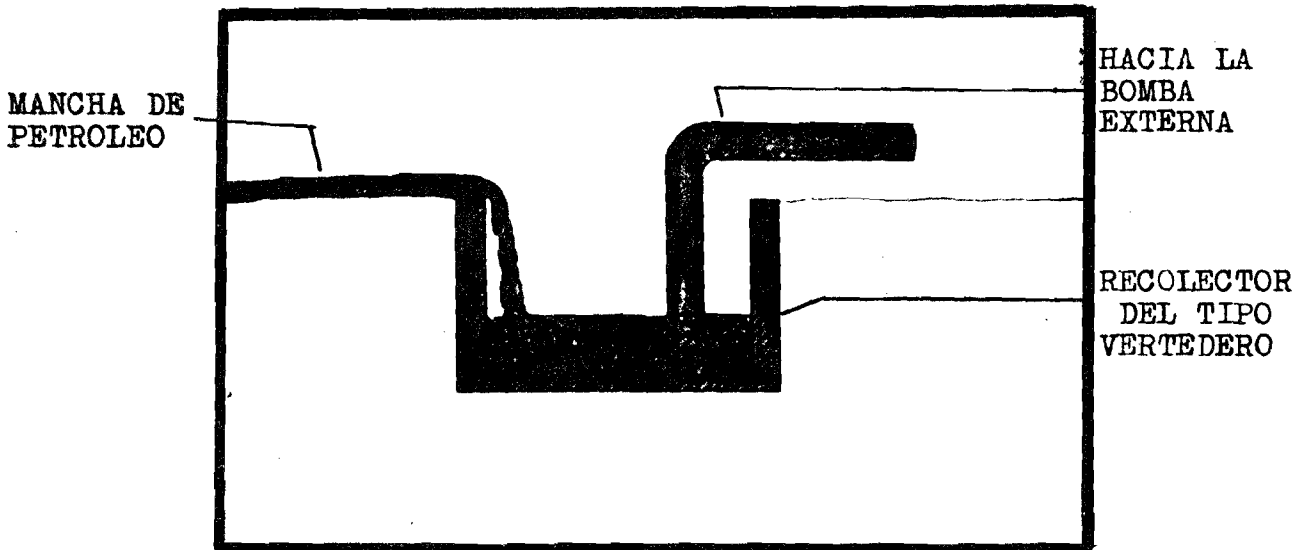
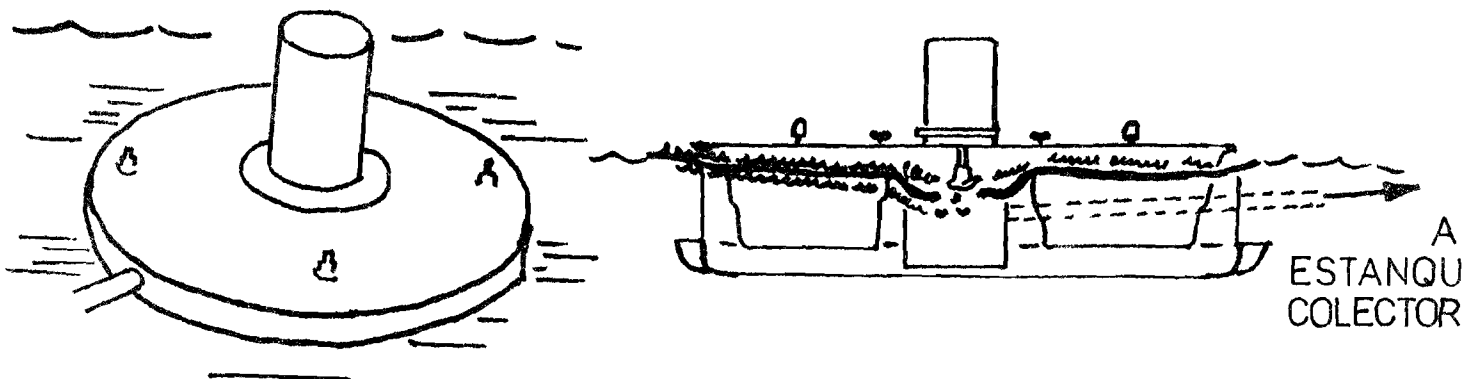


Figura 6-1 - Principio de Operación de los recolectores del tipo vertedero.

Los recolectores del tipo vertedero pueden operar con una gran variedad de bombas y han sido usados con bastante éxito para recuperar petróleo de baja viscosidad. La eficiencia de los equipos de vertedero se reduce notablemente en aguas frías donde algunos petróleos están por debajo de su punto de congelación y no escurren. Otro problema, inherente al diseño de los recolectores de vertedero, es la tendencia a aspirar de masiada agua en relación a la cantidad de petróleo recuperado. En consecuencia, las tasas de bombeo deben ser ajustadas para recolectar la mayor cantidad posible de petróleo en relación a la cantidad de líquido recuperado. La presencia de basura en el agua también reduce la eficiencia de los recolectores de vertedero. La basura que se junta alrededor del vertedero actúa como una represa y mantiene alejado el flujo del petróleo. Se pueden utilizar algunas rejillas para proteger estos recuperadores, pero éstas, o disminuyen el paso de petróleos pesados o reducen el espesor de la capa. Esto resulta, en todo caso, en una disminución en la eficiencia de la recolección. La basura debe ser removida manualmente desde el recolector y esta operación produce un aumento en la cantidad de agua que entre al sistema de recuperación, así como una interrrupción en el proceso de recolección.

El problema más serio con los recolectores de vertedero es su vulnerabilidad a la acción de las olas. Estos

//..



Recolectores de Vertedero

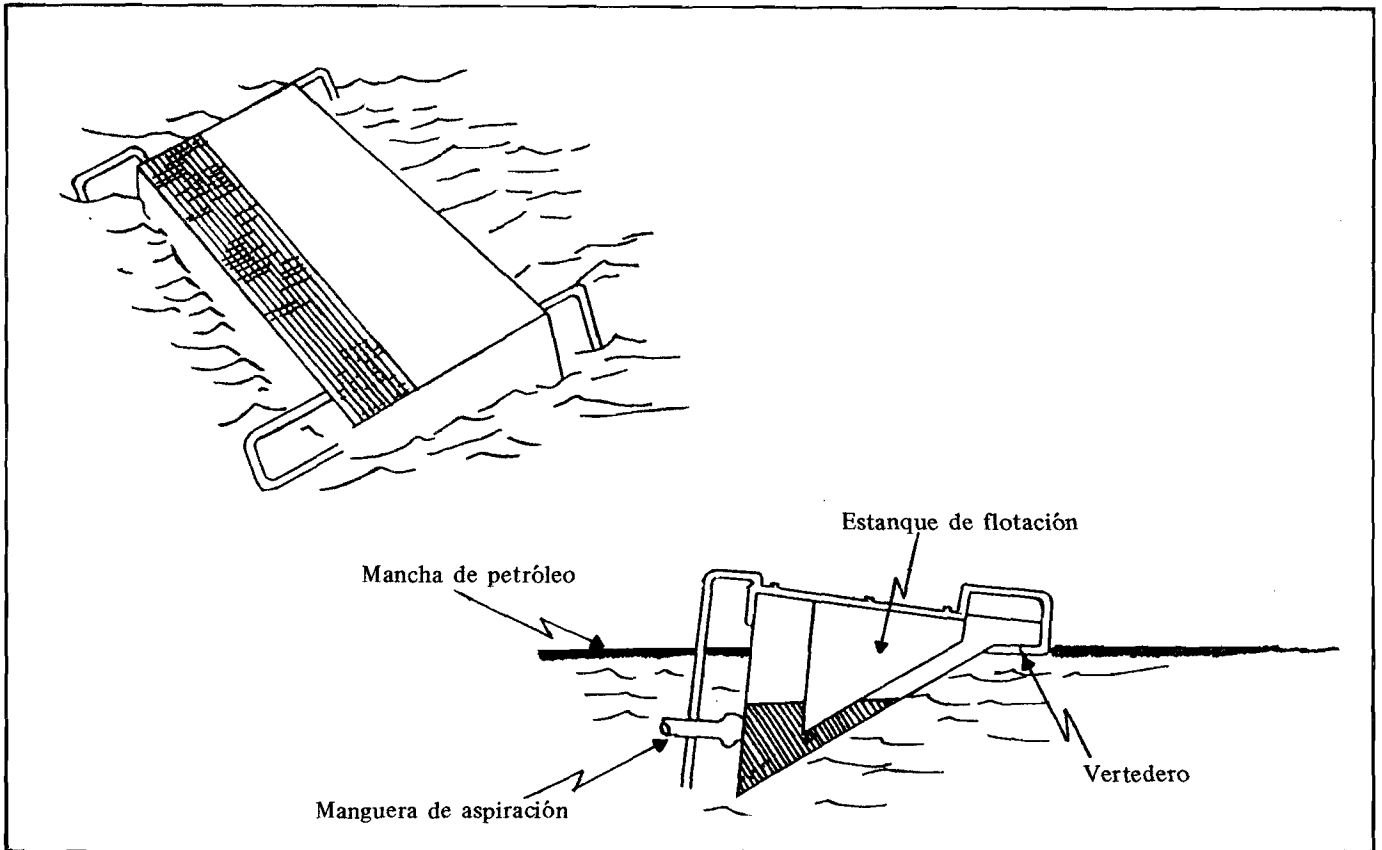
Posibles Ventajas

1. Buena eficiencia de recuperación de petróleo
2. Las unidades pequeñas son portátiles
3. Las unidades pequeñas son de bajo costo
4. Puede ser usado en aguas relativamente someras
5. Las unidades pequeñas son simples de operar

Posibles Desventajas

1. Las unidades grandes no se pueden utilizar en aguas someras
2. No trabajan bien en presencia de corrientes u olas
3. Son hidrodinámicamente desbalanceado
4. Requiere movimiento frecuente

Figura 6-2 - Recolector flotante de vertedero.



Posibles Ventajas

1. Buena eficiencia de recuperación de petróleo
2. Portátil
3. Relativamente de bajo costo
4. Eficiencia de control hidráulico
5. Hidrodinámicamente balanceado

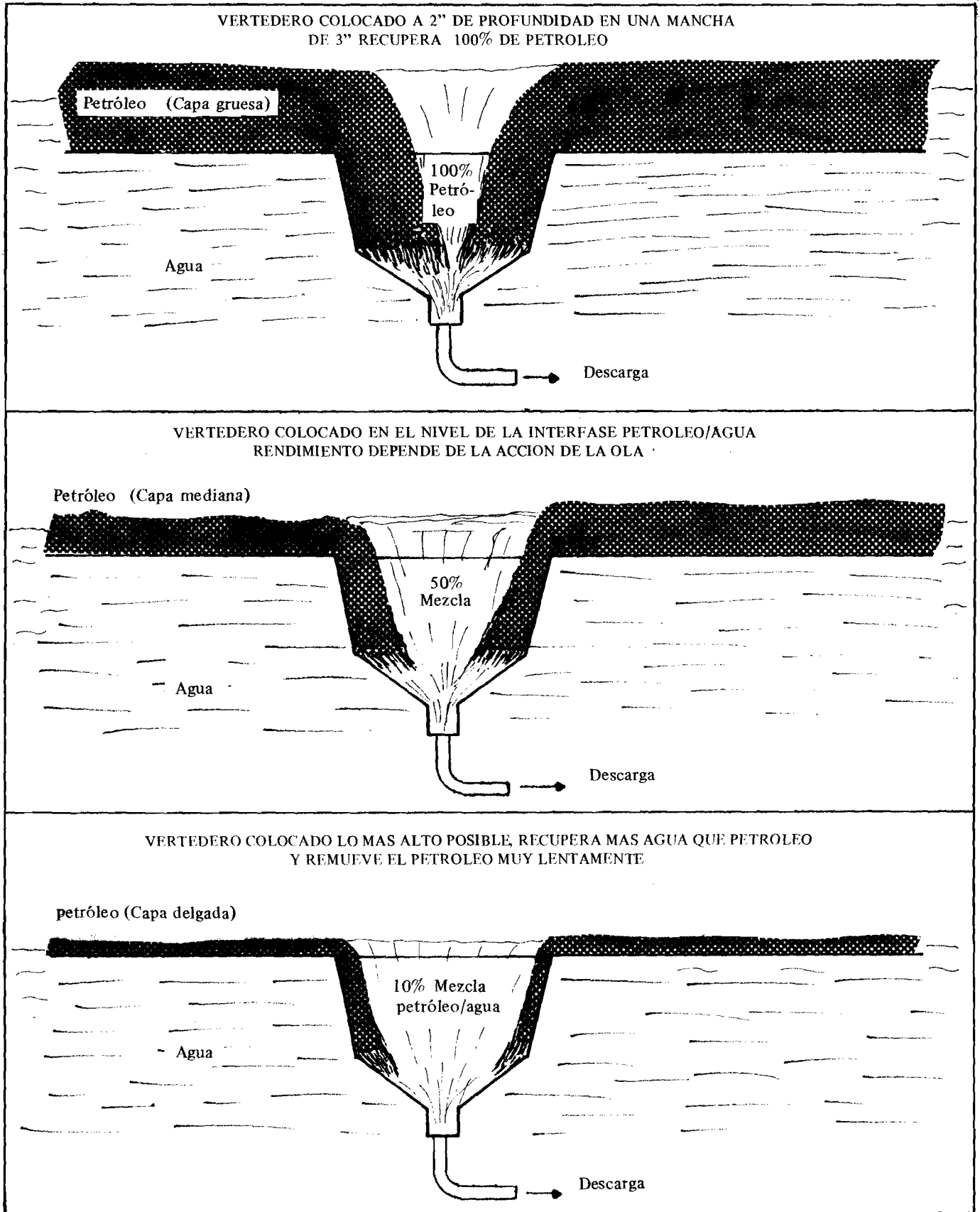
Posibles Desventajas

1. No puede trabajar en aguas someras como otras unidades
2. No es eficiente en presencia de corrientes u olas

Figura 6-3 - Un tipo de Recolector de Vertedero

Figura 6-4

EFFECTO DEL ESPESOR DEL PETROLEO EN LA EFICIENCIA DE UN RECUPERADOR DE VERTEDERO (WEIR)



equipos tienen la tendencia a cabecear en aguas un poco movidas aspirando el aire cuando están por sobre el nivel o agua cuando están bajo él. Esto no sólo resulta en una menor recolección de petróleo sino también causa serios problemas debido a la pérdida de ceba de la mayoría de las bombas. Algunos de estos recolectores de vertedero tienen la tendencia a darse vuelta de campana en aguas movidas. Los recolectores del tipo vertedero se pueden usar sin problemas en aguas protegidas o aguas tranquilas tales como, bahías, lagos, diques y en menor grado en ríos. Raramente son utilizados en alta mar.

Recolectores de aspiración (Suction Skimmers).

Los recolectores de aspiración son similares en muchos aspectos a los equipos del tipo vertedero y tienden a presentar problemas de la misma naturaleza. Estos recuperadores también trabajan en la superficie del agua, generalmente utilizan un sistema separado de bombas de vacío y están ajustados para flotar en la interfase agua/petróleo. Debido a que son muy compactos con poco calado, estos equipos son de mucha utilidad en aguas someras y en áreas confinadas, por ejemplo debajo de un muelle. Un diagrama mostrando el principio de operación de este tipo de recolector está en la figura 6.5.

//..

6-9 a

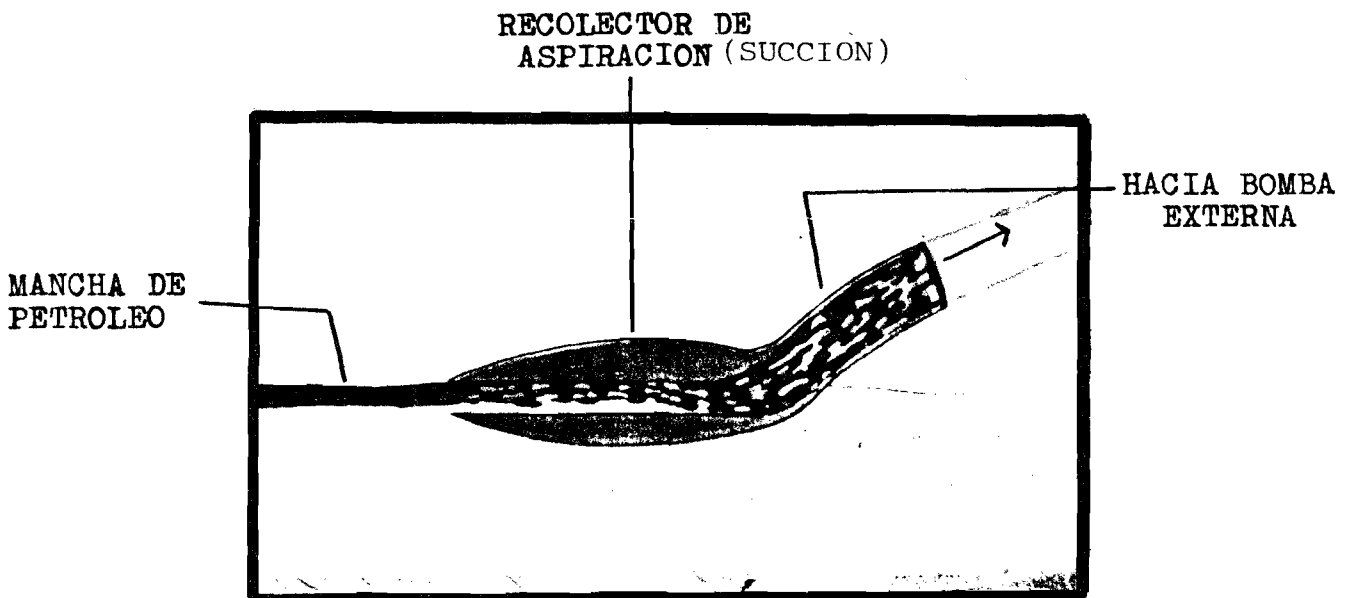
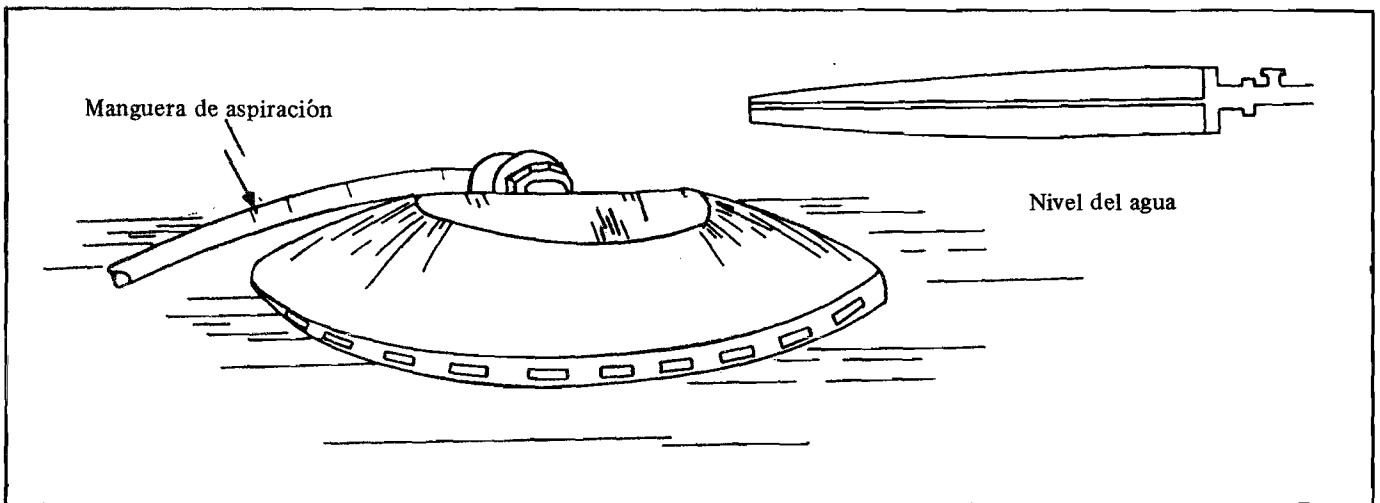


Figura 6.5 - Principio de Operación de los recolectores del tipo aspiración (succión)

La cabeza de aspiración de este recolector es simplemente una prolongación de la manguera de aspiración que aumenta el área de la superficie desde la cual aspira una bomba a distancia. Este tipo de recolector es simple de operar, requiere poco o ningún ajuste y recupera, con bastante eficiencia, una amplia gama de petróleos de diferentes viscosidades. La capacidad máxima de la mayoría de los recolectores de aspiración está determinada por el tamaño de la manguera que va hasta la bomba misma. Tal como ocurre con los equipos de vertedero, estos recolectores de aspiración pueden taparse con basura y requieren de una constante atención para evitar que se interrumpa el flujo de petróleo como también para evitar daños a la bomba. Tienen también problemas similares a los de vertedero en lo que dice relación con la altura de las olas, ya que al cabecear, alternativamente aspirarán agua o aire. Los equipos de aspiración tienen también la tendencia a aplastarse en la superficie del agua con corrientes superiores a 0,6 nudos, resultando entonces en una pérdida en la aspiración. Ver figura 6.6.

Los recolectores de aspiración son más efectivos en aguas tranquilas cuando se usan barreras de contención para dirigir el flujo del petróleo hacia la cabeza flotante del recolector. Se ha estado experimentando con algunos equipos de aspiración para controlar derrames en alta mar

//..



Posibles Ventajas

1. Trabaja bien en aguas someras
2. Portátil
3. Relativamente de bajo costo
4. No necesita ajuste

Posibles Desventajas

1. Tiene problemas al taparse con basura
2. Tiene una limitada eficiencia de recuperación de petróleo
3. Puede tener bajo rendimiento cuando hay corrientes u olas mayores de 6 pulgadas (15 cm.)

Figura 6-6 - Recolector de Aspiración (Succión) Flotante

con mar gruesa, debiendo el recolector seguir la acción de la ola mientras permanece en estrecho contacto con la mancha de petróleo. Sin embargo, las olas pequeñas y agitadas son siempre un problema constante y casi siempre derivan en una aspiración de aire que disminuye, indudablemente, la eficiencia de recolección.

Otra forma de recolección por aspiración es el uso de camiones de vacío, que normalmente son empleados para otros propósitos, tales como el drenaje de pozos sépticos. A menudo este es el equipo de recolección de petróleo más a la mano y puede ser relativamente efectivo cuando la mancha está concentrada en capas gruesas. El petróleo es aspirado desde la superficie del agua por una o más mangueras conectadas al camión de vacío.

Sin embargo, el inconveniente de esta técnica es la gran cantidad de agua que se aspira junto con el petróleo. El agua debe ser decantada y separada del petróleo y generalmente bombeada fuera desde el fondo del camión. Ver figura 6.7. Otros equipos de bombeo incluyen combinaciones de compresores y aparatos venturi o bombas para residuos líquidos y pueden ser utilizados como sistemas de recolección por aspiración; pero, generalmente, tienen las mismas

//..

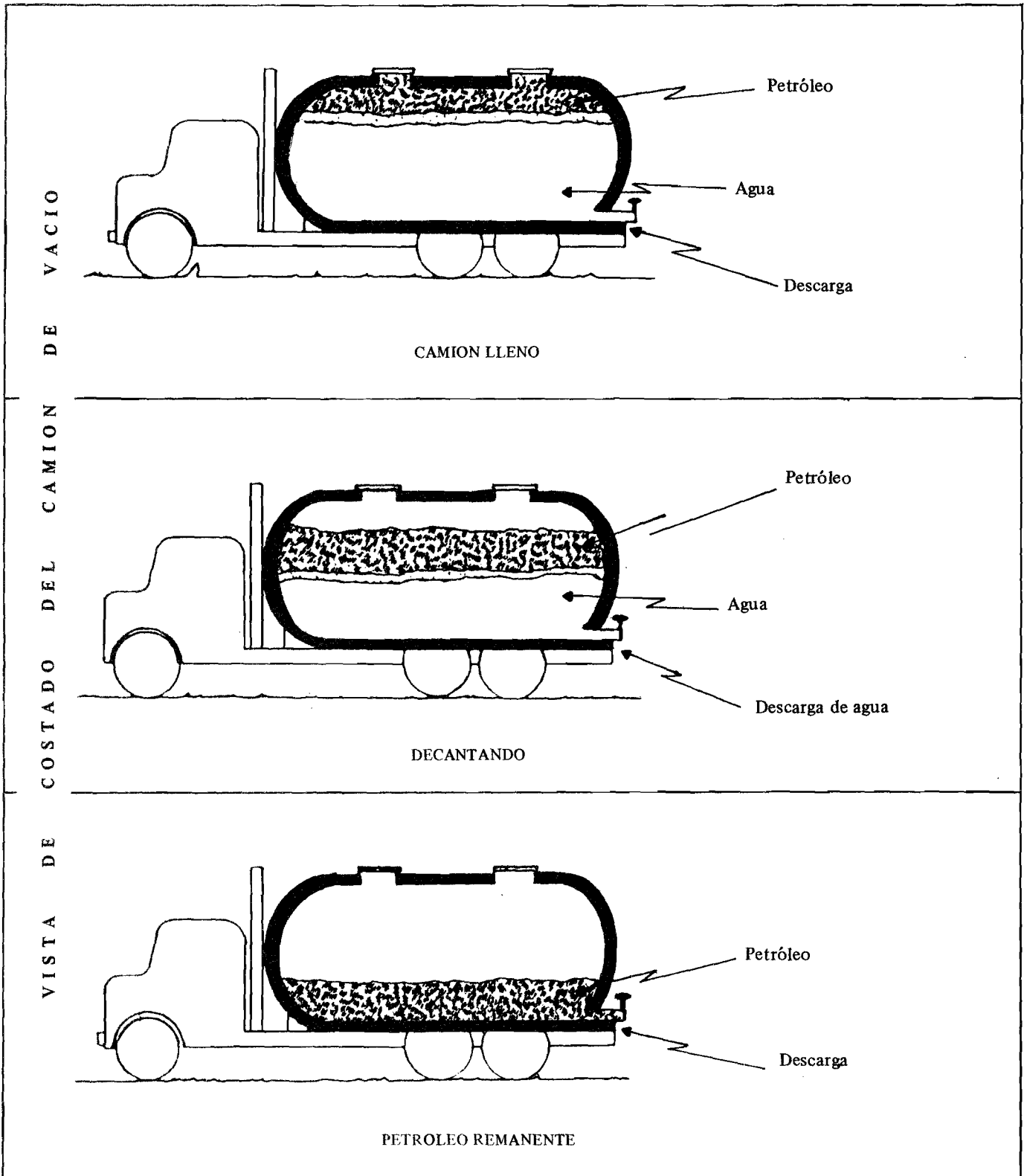


Figura 6-7 - Operación de un camión de vacío

limitaciones que los camiones de vacío convencionales.

Recolectores centrífugos (Centrifugal Skimmers).

Este recolector está diseñado para operar por la formación de un remolino o vórtice (vortex) de agua, que arrastra el petróleo hacia una área de recolección. Desde allí el petróleo pasa a un separador de agua/petróleo para su recuperación. El principio básico de operación está ilustrado en la figura 6.8 y 6.9. Este recolector no es tan propenso a taparse con basuras como los equipos de vertedero y aspiración, ya que se pueden instalar rejillas de protección sin que esto afecte la recolección del petróleo. Sin embargo, tienen limitaciones de corriente y de olas similares a la mayoría de los recolectores del tipo vertedero y por lo general operan con poca eficiencia en olas mayores de 60 cms. o en corrientes que excedan de 0,6 nudos. Ver figura 6.9.

Recolectores sumergidos (Submersion Skimmers).

Este tipo de recolector generalmente es de tamaño grande en comparación con los equipos descritos anteriormente; está generalmente montado o incorporado en una embarcación autopropulsada. El petróleo que está en línea por donde avanza el recolector es llevado hacia debajo de la superficie por una correa que se mueve con un determinado ángulo de inclinación, tal como se indica en la figura 6.10. Esta co

//..

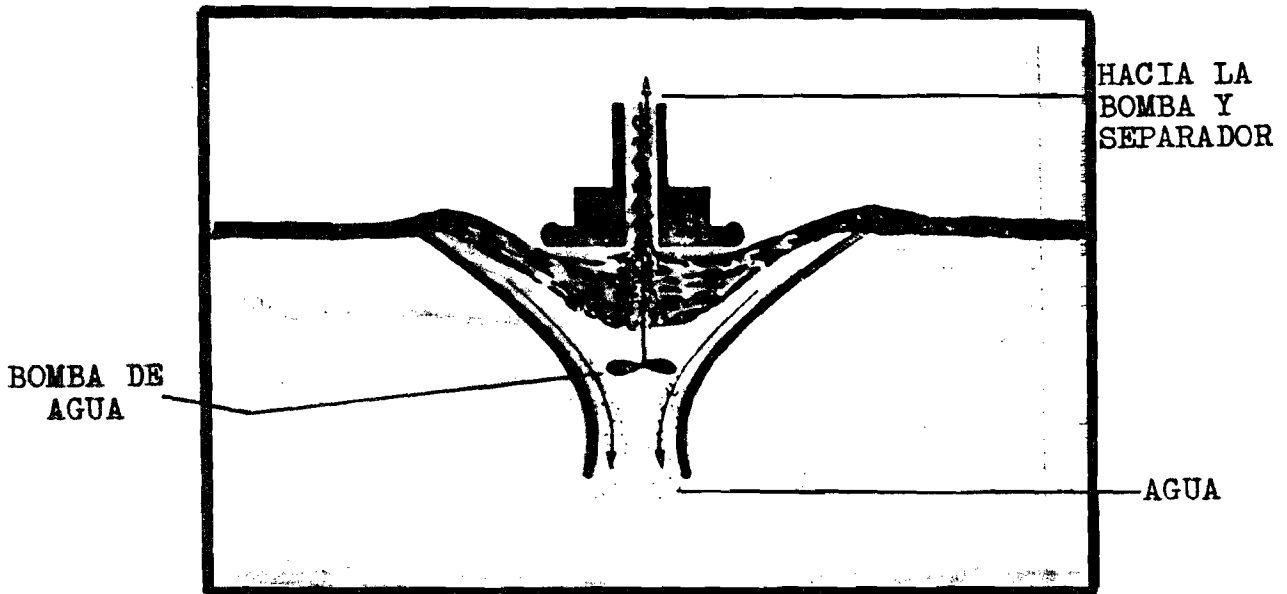
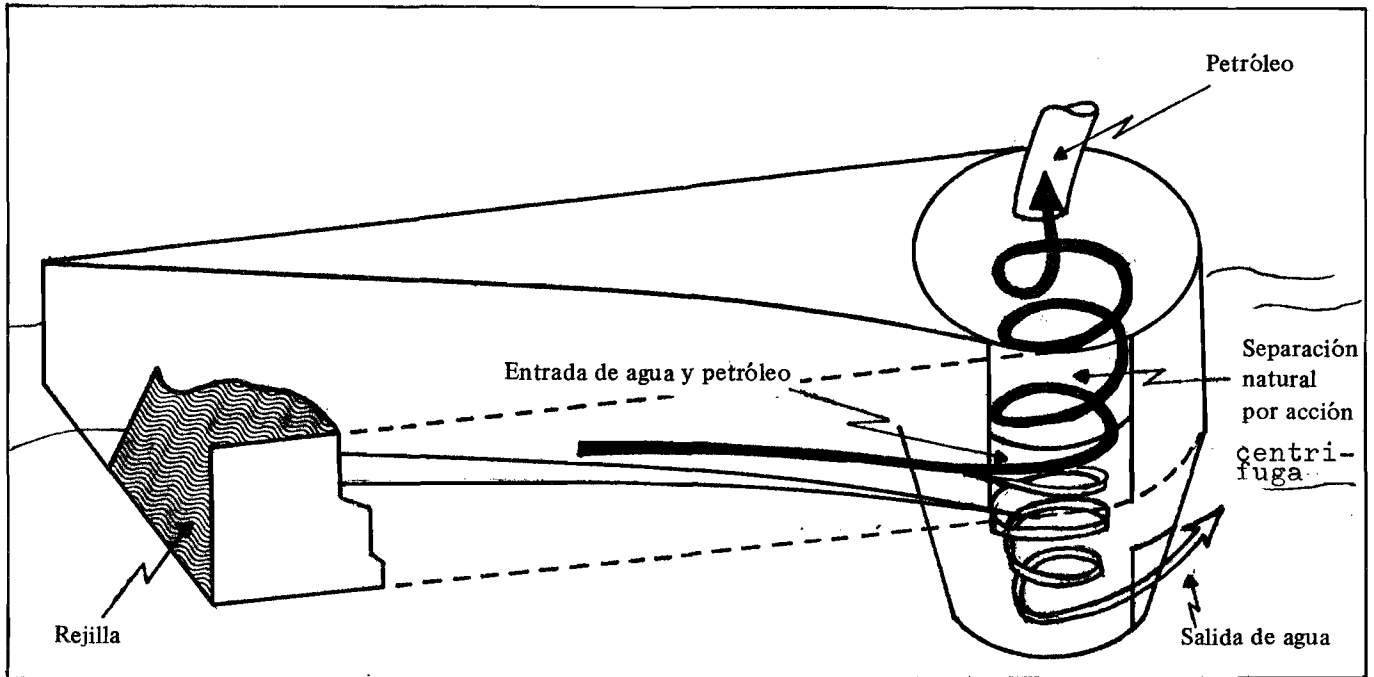


Figura 6-8 - Principio de Operación de recolectores centrífugos (VORTEX).



Posibles Ventajas

1. Variedad de tamaños
2. Generalmente es auto-propulsado
3. Necesita poco personal
4. Principios mecánicos simples

Posibles Desventajas

1. Bajo rendimiento en alta mar
2. Pierde eficiencia a altas velocidades
3. De alto costo
4. Las basuras pueden crear problemas

Figura 6-9 - Recolector centrífugo Ciclonet

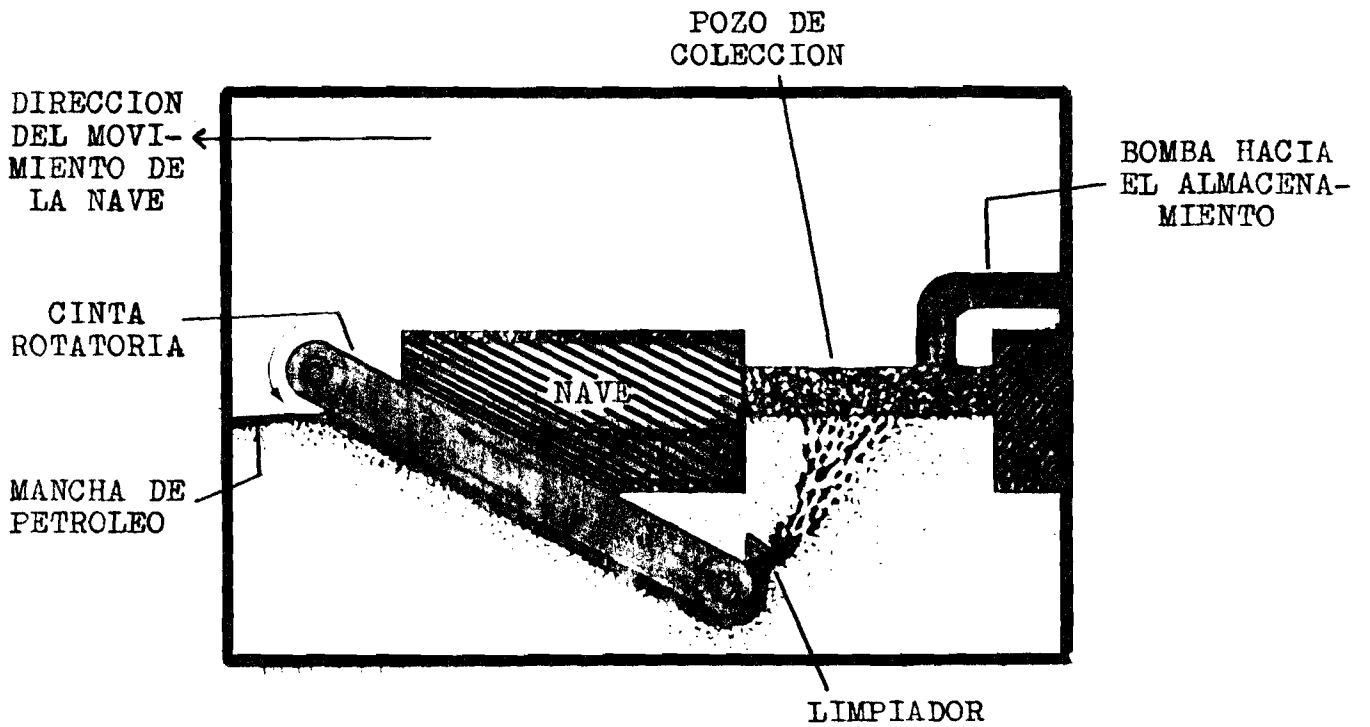


Figura 6-10 - Principio de
operación de los recolectores sumergibles
de plano inclinado

rrea lleva el petróleo hacia bajo hasta la boca de un depósito desde donde finalmente sube a la superficie debido a la diferencia de densidades. El agua recolectada junto con el petróleo pasa por debajo del depósito hacia afuera por una puerta de descarga. El petróleo que se adhiere a la correa es removido por un elemento mecánico que está ubicado junto o en el interior del depósito. Este petróleo es bombeado hacia bordo o hacia algún almacenamiento cercano. Ver figura 6.11.

Los equipos recolectores sumergidos son, a menudo, más eficientes con petróleos de baja viscosidad y cuando la mancha es relativamente delgada. Esta última característica está en contraposición con la mayoría de los recolectores y tiene relación con el principio de diseño. Sin embargo, debe avanzar lentamente sobre la superficie del agua para prevenir que el petróleo salga del pozo de recolección y pase completamente por debajo del equipo.

Consecuentemente, este tipo de recolector es más eficiente con petróleos de baja gravedad específica los cuales tienen mayor flotabilidad y, por supuesto, suben más rápidamente hacia el depósito de recolección.

Los recolectores sumergidos no son muy afectados

//..

6-13 a

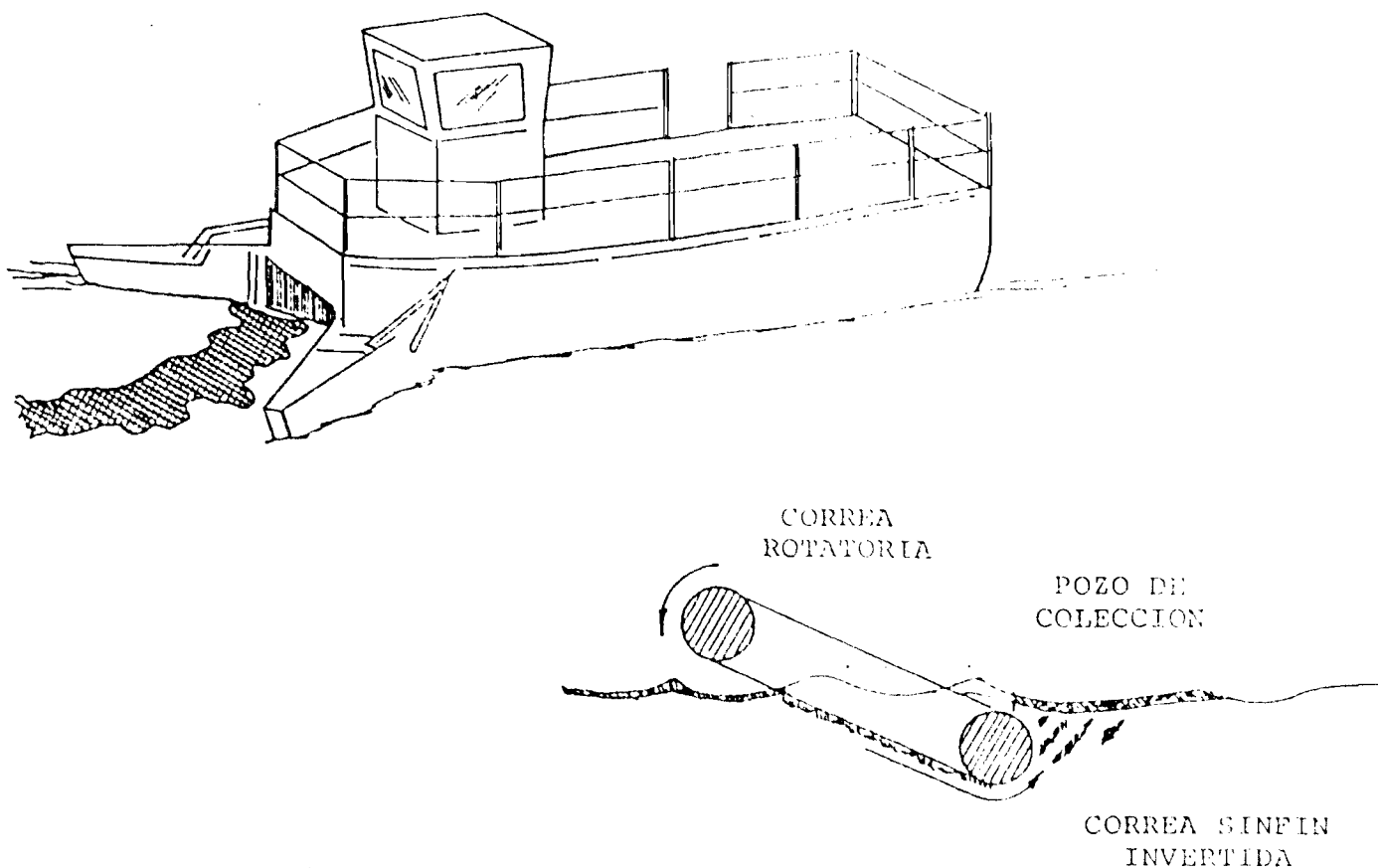


Figura 6-11- Recolector Hidrodinámico de Plano inclinado.

Posibles Ventajas

1. Alta eficiencia de recuperación de petróleo
2. Gran variedad de tamaños
3. Maniobrable si es autopropulsado
4. Generalmente es modelo autopropulsado
5. Necesita poco personal
6. Opera en alta mar
7. Puede ser transportado por camión
8. Puede remover pequeñas películas
9. Puede remover gasolina

Posibles Desventajas

1. Poca capacidad para basuras
2. Relativamente caro
3. Velocidad de despliegue muy lenta

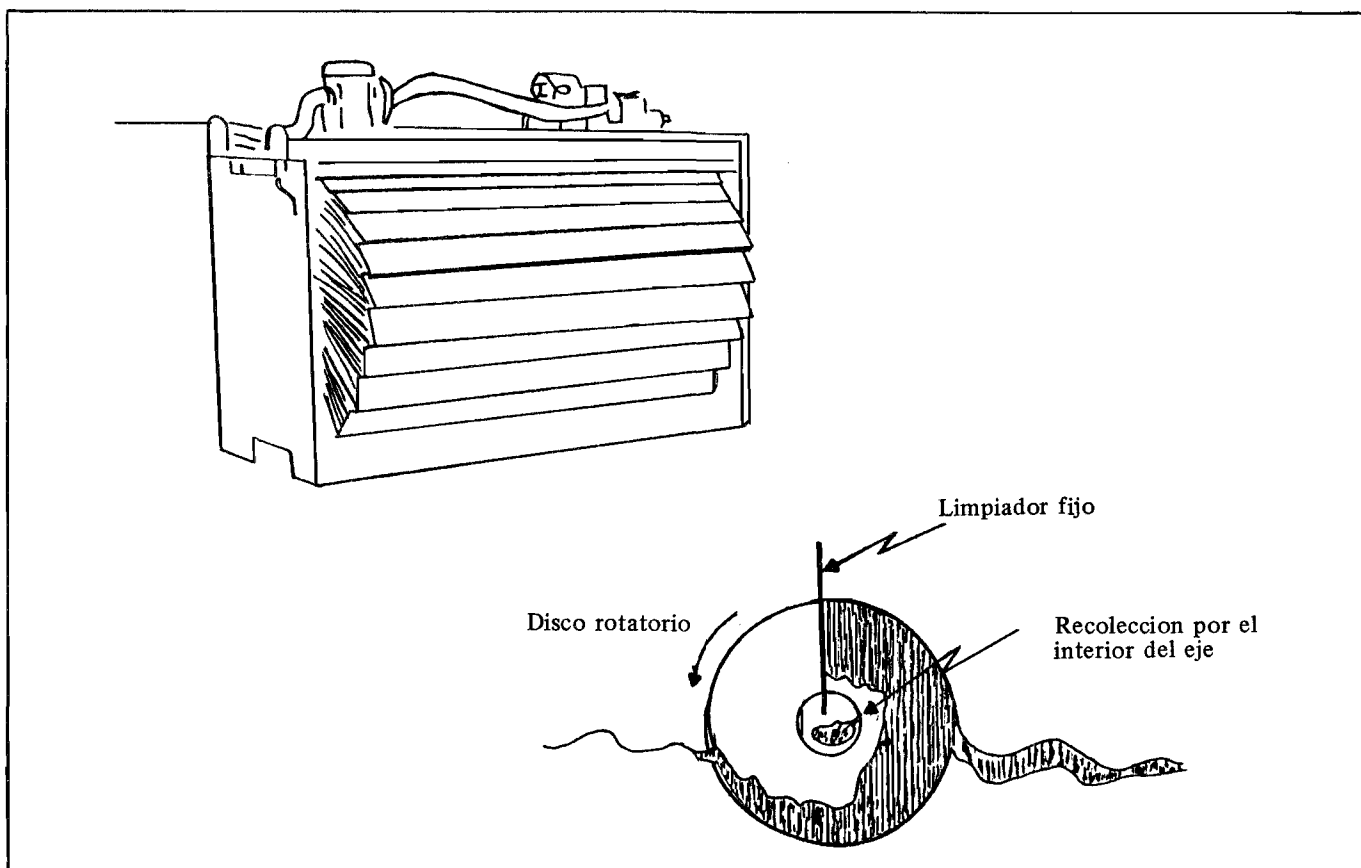
por las basuras, aun cuando muchos modelos tienen rejillas para minimizar la cantidad de basura que pasa con el petróleo hacia el pozo de recolección. Aun cuando las olas disminuyen en cierta medida la eficiencia de los recolectores sumergidos, su efecto no es tan grande como el que generalmente se observa en los equipos de vertedero, de aspiración o centrífugos. Como los recolectores sumergidos son generalmente más grandes y tienen que desplazarse para recolectar el petróleo, son muy adecuados para limpiar el petróleo en áreas muy confinadas o adyacentes a barreras de contención. Sin embargo, este tipo de aparato puede ser utilizado para recuperar una mancha que flote libremente y, al contrario de la mayoría de los otros recolectores, la capacidad y el rendimiento de recolección son relativamente altos.

Recolectores de sorbentes superficiales (Oleofílicos)
(Sorbent Surface (Oleofilic) Skimmers).

Este tipo de recolector incorpora una superficie a la cual el petróleo se adhiere y de esta manera es posible removerlo desde el agua. La superficie sorbente u oleofílica puede tener la forma de un tambor, de un disco, o de una correa sin fin o de una cuerda, que es movida continuamente a través de la película de petróleo. Ver figuras 6.12 y 6.13.

El petróleo recolectado en cada una de estas su-

//..



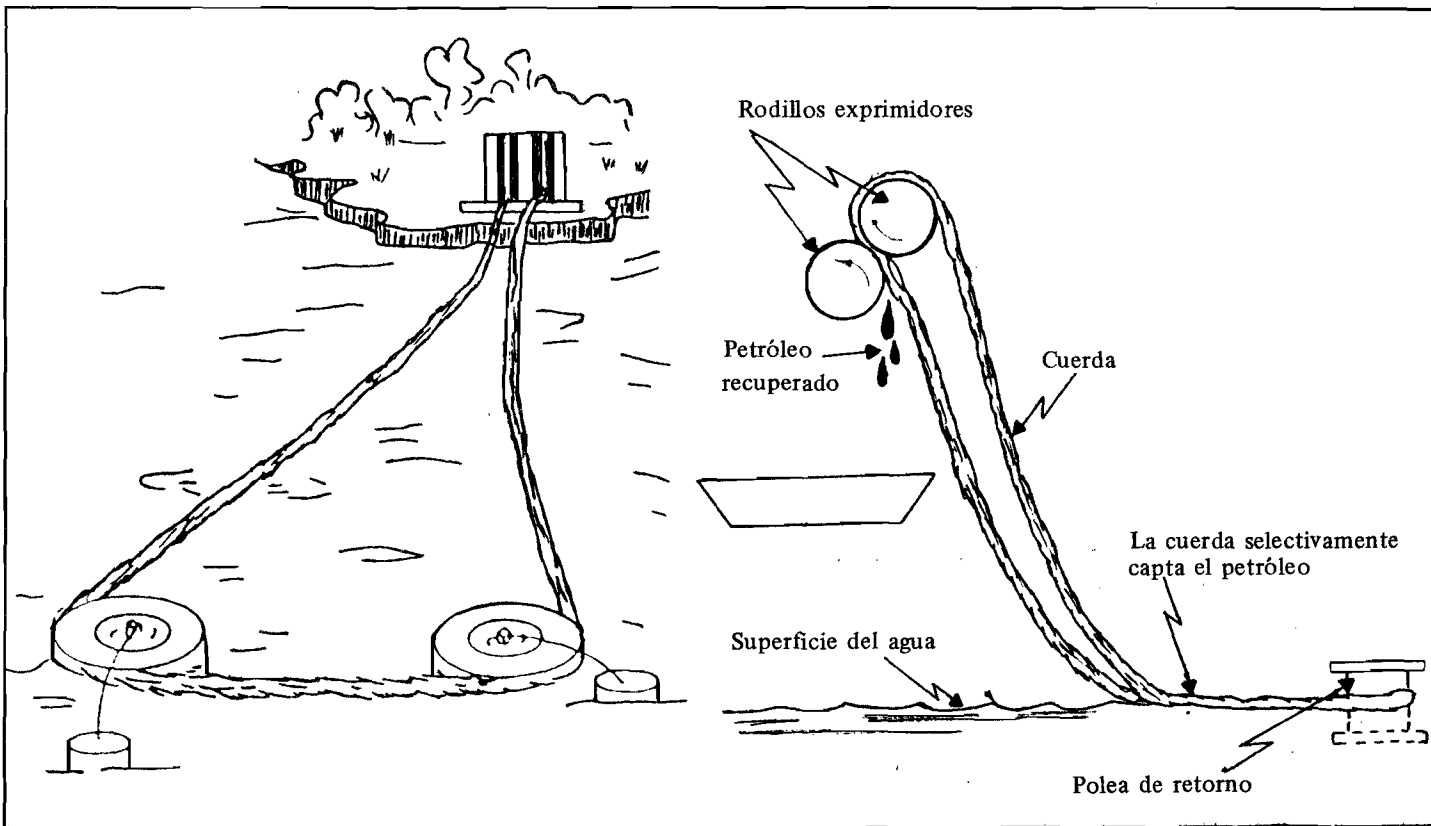
Posibles Ventajas

1. Buena eficiencia de recuperación de petróleo
2. Puede operar sin personal
3. Puede ser fabricado en diferentes tamaños.

Posibles Desventajas

1. Puede tener bajo rendimiento con olas grandes y corrientes
2. Las unidades grandes pueden ser difíciles de mover
3. Mecánicamente complicados
4. Necesitan frecuentemente una fuente de poder externa.

Figura 6-12 - Recolector de tambor oleofílico



Posibles Ventajas

1. Alto rendimiento de recuperación con un muy bajo factor de trabajo
2. Efectivo en aguas sumamente bajas
3. Puede funcionar como una barrera
4. Trabaja cuando hay corriente orientada apropiadamente
5. Puede trabajar con alto rango de diferentes viscosidades
6. Recupera poca agua
7. No tiene problemas con la basura
8. Puede ser manejada fácilmente ajustando las poleas de retorno.

Posibles Desventajas

1. Puede recontaminar la costa a menos que se coloque material plástico bajo la cuerda oleofílica
2. Se necesita un reemplazo ocasional de la cuerda oleofílica
3. Puede existir un peligro de seguridad
4. Relativamente fijo
5. La cuerda puede girar cuando hay corrientes a menos que se usen varias poleas de retorno.

Figura 6-13 - Recuperador de cuerda oleofílica

perficie es removido ya sea por un limpiador a presión o por un sistema de roletes a presión y posteriormente depositado en un contenedor de a bordo o bombeado hacia facilidades de almacenamiento en una barca o en tierra.

Los recolectores de sorbentes superficiales varían en tamaño y tal como otros equipos sumergidos, tienen una alta capacidad de recolección, siendo más efectivos con petróleos de una viscosidad media. La superficie sorbente varía según el fabricante y el modelo y van desde tambores y otros aparatos metálicos hasta plásticos, correas tejidas y cuerdas. En general, los tejidos y los plásticos pueden ser utilizados en una mayor gama de hidrocarburos que los metálicos y debido a que no absorben gran cantidad de agua pueden operar continua y eficientemente con manchas de petróleo relativamente delgadas.

Un problema asociado con algunos tipos de recolectores de sorbentes superficiales es la tendencia de las correas sin fin u otras superficies adherentes a lanzar el petróleo fuera del recolector causando turbulencias o provocando olas de presión que llegan al agua, especialmente cuando el recuperador está avanzando sobre la mancha. Este inconveniente puede ser minimizado disminuyendo la velocidad de rotación de la superficie adherente, pero esto reduce la tasa

de recolección de petróleo. En cierta medida, han evitado este problema combinando el principio de sorbente superficial con el principio de inmersión. Tal como se aprecia en la figura 6.14 la turbulencia creada por el movimiento de la correa y el recolector, que incorpora ambos principios de operación, es llevar el petróleo bajo la superficie del agua y de allí hacia la superficie sorbente. La basura puede interferir la eficiencia de recolección de este tipo de recolector y en algunos casos puede causar daños a los roletes, a las poleas o a los accesorios de limpieza. Sin embargo, los recolectores de sorbentes superficiales se ven menos afectados por la basura que los equipos de vertedero, aspiración o centrífugos. De todos los tipos de recolectores existentes este es el que se ve menos afectado por las olas y se sabe de algunos que han funcionado eficientemente en olas de hasta 60 cms. de alto. En efecto, en ciertos modelos la acción de las olas aumentó la cantidad de petróleo recolectado al aumentar la superficie del sorbente que está en contacto con el petróleo. A diferencia de otros equipos sumergidos muchos de estos recolectores pueden operar desde una posición fija y están diseñados para operar dentro de barreras de contención o junto a los muelles.

La eficiencia en la recolección de petróleos de diferentes viscosidades varía con el tipo de superficie sor

//..

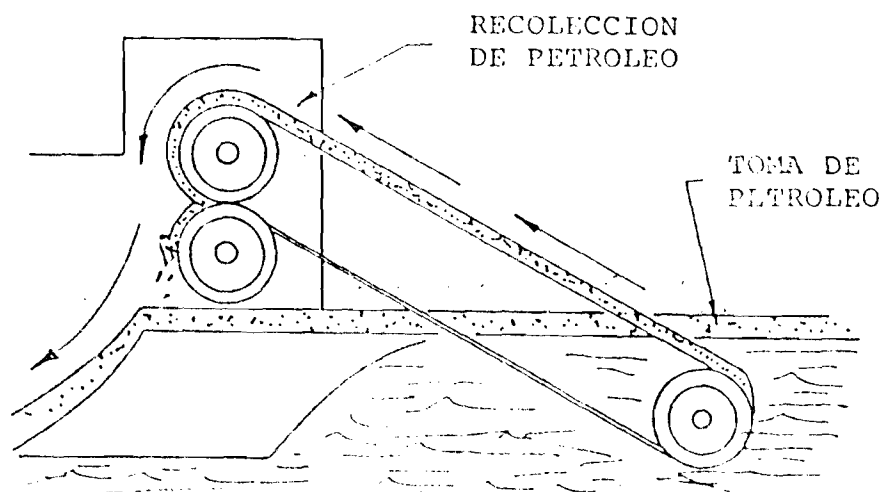
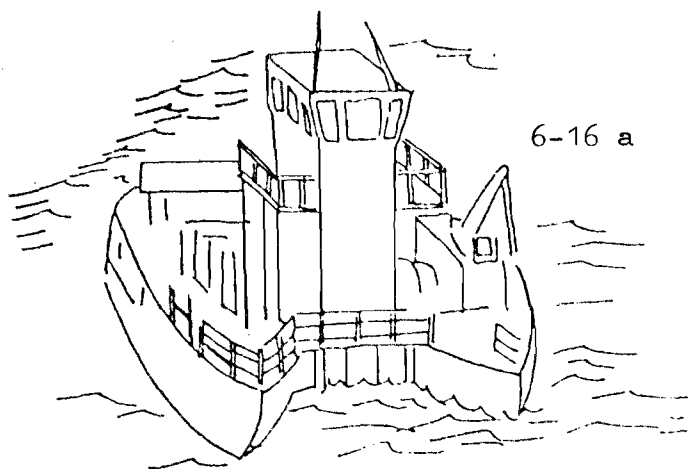


Figura 6-14 - Recuperador de Correa Oleofílica.

Posibles Ventajas

1. Alta eficiencia en la recuperación de petróleo
2. Tiene características para disminuir el oleaje
3. Puede resolver los problemas de la basura sin dificultades
4. Puede fabricarse en diferentes tamaños
5. Muy maniobrable si tiene autopropulsión
6. Generalmente vienen autopropulsados

Posibles desventajas

1. No sirve para trabajar en lugares cerrados
2. relativamente caro
3. Necesita reemplazar la correa
4. Tiene limitaciones para aguas someras
5. Puede necesitar bastante personal entrenado
6. Costos de almacenamiento y mantenimiento pueden ser muy altos

bente utilizado. Los discos de aluminio y los tambores han logrado los promedios más altos de recuperación con petróleos de viscosidad media, mientras que las superficies de tejido trabajan bien con una mayor gama de petróleos. En el caso de los recolectores de correas sorbentes, de discos o de tambores, la eficiencia de recolección no solamente está afectada por el espesor y viscosidad del petróleo sino también por la velocidad de rotación del aparato de recolección y de la velocidad de la embarcación de recuperación. La velocidad de la embarcación es importante ya que existe una velocidad crítica por sobre la cual el petróleo es desplazado fuera de la superficie del sorbente y en un arco a proa de la embarcación. Por otro lado, cuando la correa, el tambor o el disco están rotando demasiado rápido se recoge más agua que petróleo.

La recuperación por medio de sorbentes se verá más adelante cuando se estudie ese tema específicamente.

Recuperación manual.

Aun siendo un trabajo muy lento y de mucha duración, la recuperación manual del petróleo con baldes, palas o equipos similares es una técnica muy utilizada. Esta forma de enfrentar el problema se utiliza comúnmente con pequeños derrames que ocurren en puertos o ríos y tiene un rol

importante en todos los derrames que ocurren cerca de áreas muy pobladas. Por métodos manuales los petróleos viscosos pueden ser removidos más rápidamente que los livianos, los cuales, casi invariablemente, requieren del uso de un sorbente para su recuperación completa.

SEGUNDA PARTE: RECUPERACION (SEPARACION) DEL PETROLEO
SEPARACION DE LAS MEZCLAS DE AGUA-PETROLEO

El agua y el petróleo pueden encontrarse de dos maneras, como una capa de un 100% de petróleo y emulsificado. El petróleo que está flotando en el mar es fácilmente visible aunque sea en pequeñas cantidades y generalmente se encuentra en una película delgada. Los petróleos emulsificados consisten de pequeñas gotitas o partículas de petróleo demasiado pequeñas para ser vistas, las que, en bajas concentraciones, pueden causar que el agua tenga una apariencia turbia u oscura.

Mezclas de líquidos.

Los equipos para recolectar petróleo producen una mezcla de agua y petróleo de variadas proporciones, además de cierta cantidad de basura en algunos casos. En algunas oportunidades se encuentran emulsiones relativamente estables. La disposición o reciclamiento del petróleo necesita un cierto grado de pureza para poder efectuarlo. Si el agua es retornada a su fuente deben cumplirse con normas de calidad aceptables. De ahí entonces que existe una necesidad para separar la mezcla en sus componentes.

Separación por gravedad.

El petróleo y el agua son líquidos inmiscibles.

//..

Después de cierto tiempo y bajo cualquier condición una mezcla de petróleo y agua normalmente se separará siempre que no se hayan agregado agentes emulsificadores. En general cualquier estanque puede utilizarse para propósitos de separación, siempre que reúna las necesidades de capacidad y pueda ser protegido de los movimientos que pudieran reactivar la mezcla. Dependiendo de las condiciones pueden utilizarse carros tanque, camiones tanque y estanques de buques, estanques fijos, barcazas y diques de tierra. Esta elección otorga suficiente libertad de acción cuando el derrame incluye problemas de separación. Sin embargo, grandes cantidades de petróleo y agua son recolectados generalmente en un derrame de petróleo moderado a grande. Generalmente, el petróleo que flota puede ser removido por equipos mecánicos que reducen la turbulencia de un flujo constante y logran la separación entre las fases de agua y petróleo.

La separación por gravedad puede ser acelerada enormemente utilizando desemulsificadores químicos.

La mayoría de las refinerías poseen uno o más separadores de gravedad. Generalmente, los sistemas para tratar aguas de lastre en las refinerías o terminales pueden ser utilizados para separar agua y petróleo, ya que su uso es permanente y los estanques de almacenamiento pueden

//..

den mantener agua contaminada. El petróleo recuperado es automáticamente manejado en la refinería junto con los residuos normales que se recojen en otras operaciones. Existe algunos tipos de separadores portátiles que trabajan bien en aguas calmas.

Centrifugación.

Un separador centrífugo genera un campo de fuerza radial debido a la rápida rotación de la mezcla. Los componentes de mayor densidad son desplazados hacia la periferia del contenedor. Las fuerzas que se generan son muchas veces mayor que la fuerza de gravedad de la tierra y la separación ocurre rápidamente. El poder que se necesita es bastante apreciable así como la energía invertida para que la mezcla alcance la velocidad de rotación requerida. Con estos separadores puede obtenerse un alto grado de separación. Se estima que en la actualidad este tipo de técnica no puede ser aplicada ampliamente, pero podría serlo en algunas circunstancias.

Los mismos principios pueden aplicarse a los separadores tipo vortex, pero la velocidad de rotación es inducida por un flujo vertical de la mezcla más que por medios mecánicos. El flujo se establece impartiendo una gran velocidad de entrada a la mezcla y con una cámara especialmente

diseñada. Las velocidades de rotación no son tan grandes como las del separador centrífugo, pero también la eficiencia de separación es menor. Sin embargo, se pueden manejar grandes cantidades con menor poder.

Fraccionamiento de las emulsiones.

Las emulsiones formadas por mezclas de agua y petróleo y productos químicos como detergentes, aumentan la dificultad para la separación y requieren de otros equipos. Después de algún tiempo las emulsiones pueden ser separadas por acción microbiana natural y de degradación del petróleo o agentes desemulsificadores, siempre que estos componentes sean biodegradables. Así, se debe aplicar una fuerza especial coalescente. Estas fuerzas pueden ser calor, modificadores de la tensión superficial, cargas de alto voltaje eléctrico, desalinadores comerciales, adición de productos químicos eléctricamente cargados u otros agentes que aumentan la tensión interfacial de la emulsión. Hay agentes desemulsificadores que son utilizados en las refinerías para acelerar el proceso de separación de agua del petróleo crudo y de los estanques de residuos.

Flotación.

La introducción de aire en la mezcla de agua-petróleo produce partículas o gotas de petróleo alrededor de finas

//..

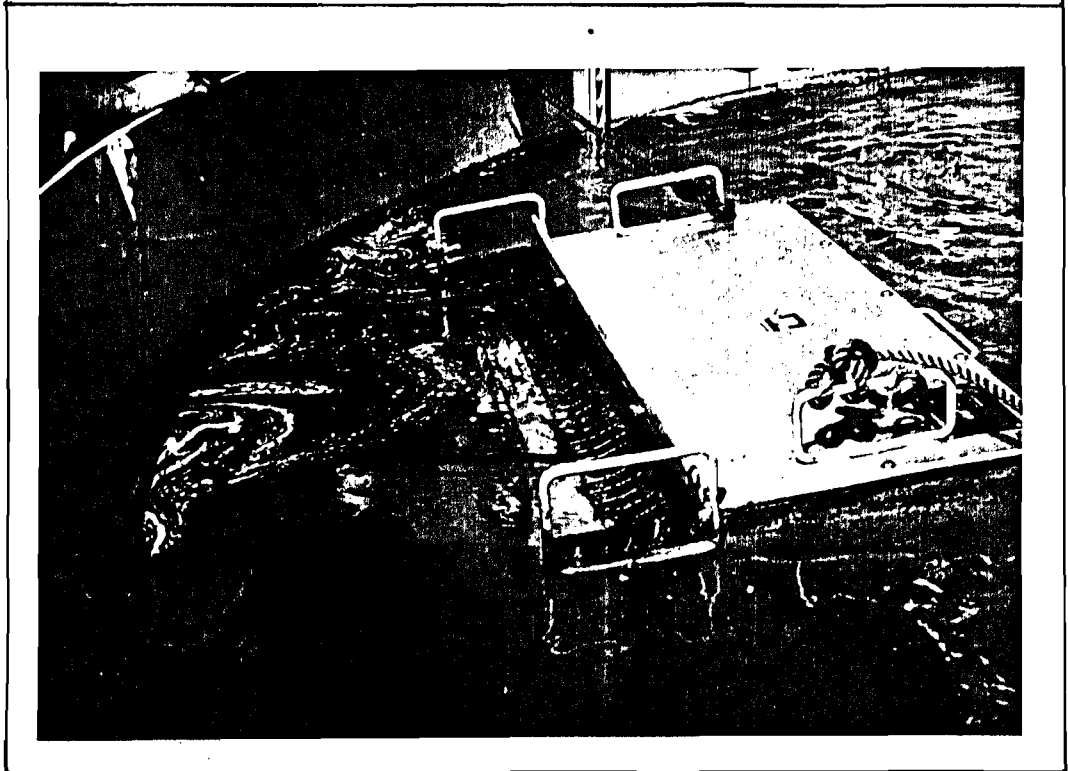
burbujas de aire. El aumento de la boyantez de las partículas acelera la subida o ascensión del petróleo y por supuesto la separación.

Otras técnicas para separar agua y petróleo.

En ciertas ocasiones se ha intentado la filtración haciendo pasar la mezcla de agua y petróleo a través de mezclas de vidrio molido o tierra absorbente. La absorción de carbón activado ha sido utilizada para limpiar pequeñas cantidades de petróleo y agua. Finalmente, el tratamiento químico, que produce flóculos encima de los cuales el petróleo es absorbido y removido como un residuo. La complejidad de la operación y el equipo necesario impiden el uso de estas técnicas en la limpieza del petróleo.

Tratamiento de sorbentes empapados en petróleo.

Hay varios métodos para tratar sorbentes usados, que dependerán de la naturaleza del sorbente. Algunos sorbentes pueden ser estrujados y después reusados. Otros pueden ser quemados o enterrados. Muchos de los sorbentes del tipo de espuma pueden disolverse con un solvente apropiado dejando solamente un líquido, cuyos residuos pueden ser quemados, almacenados o reprocesados.



FOTOS 6-1 y 6-2 - Recolectores tipo vertimiento

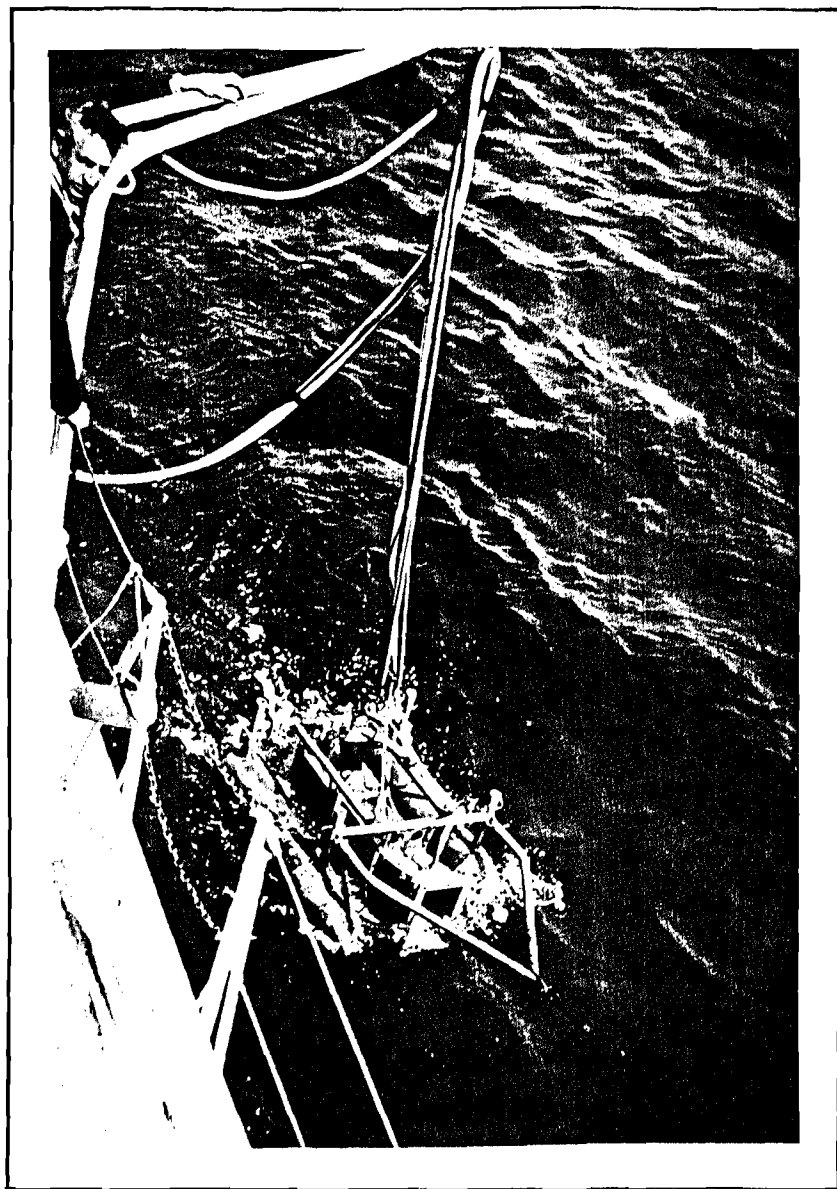
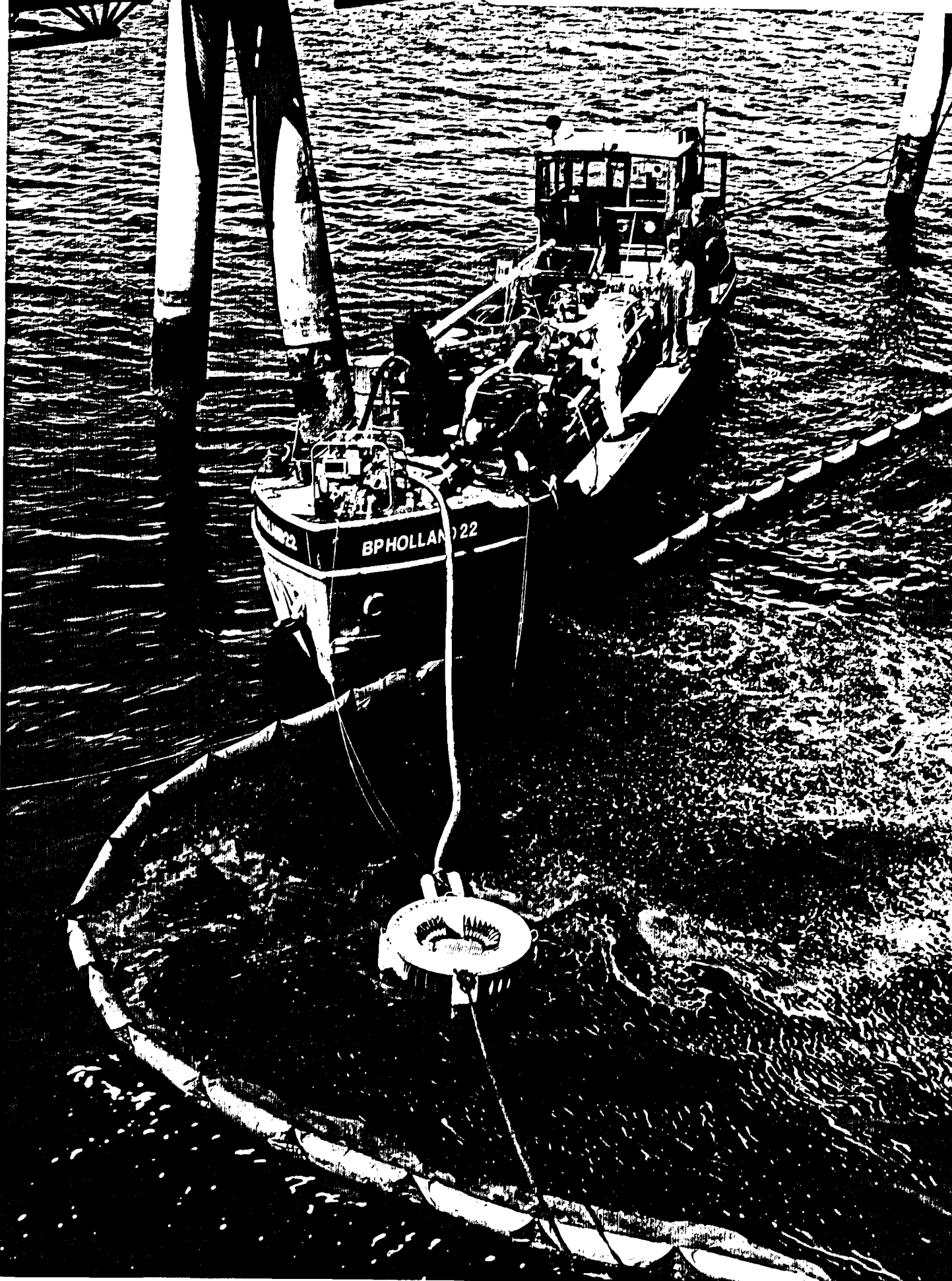


FOTO 6-3 - Recolector centrífugo (vórtice)

FOTO 6-4 - Recolector de discos oleofílicos
6-26 operado desde una embarcación



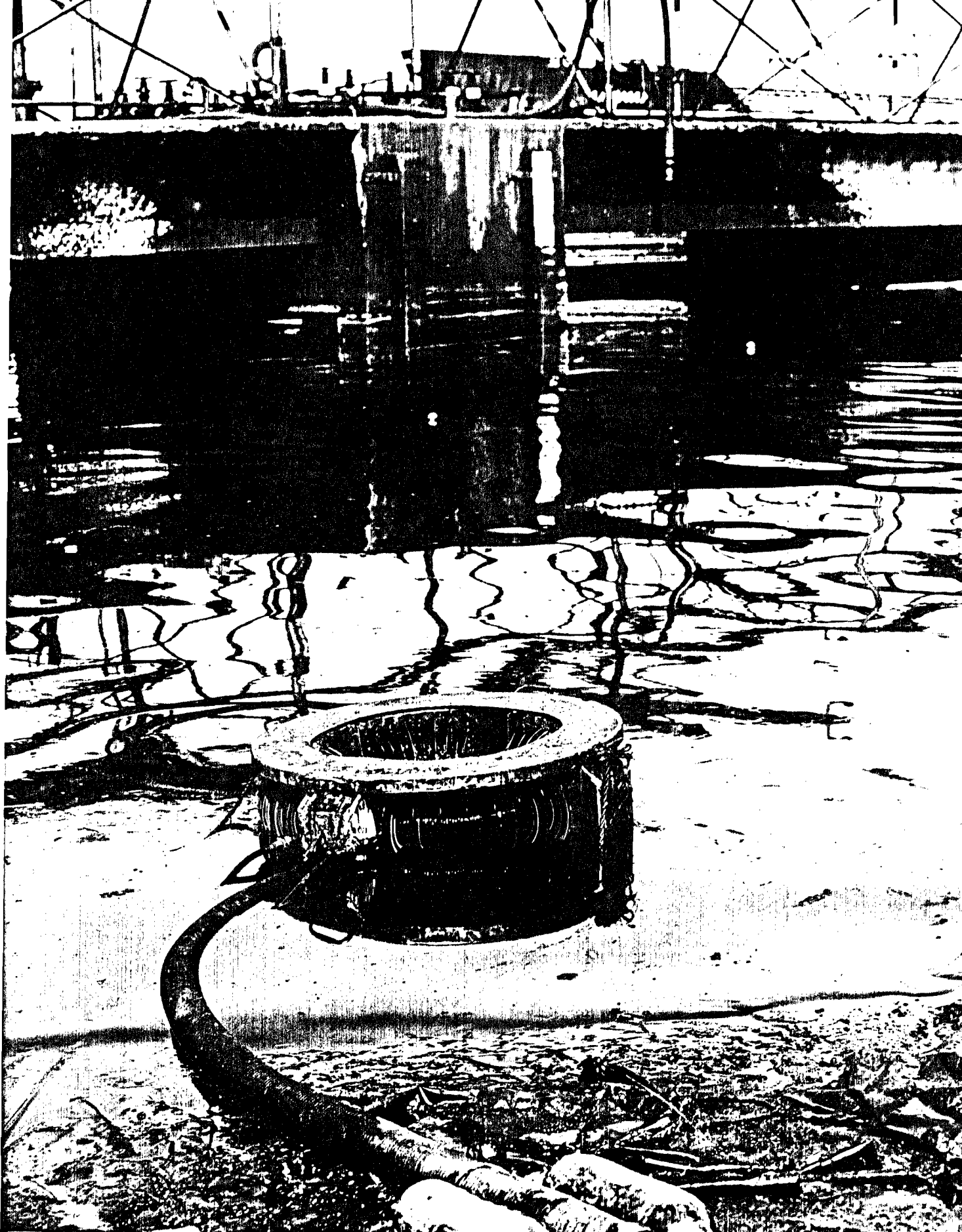


FOTO 6-5 - Recolector de discos
oleofílicos operado
desde tierra

6-27

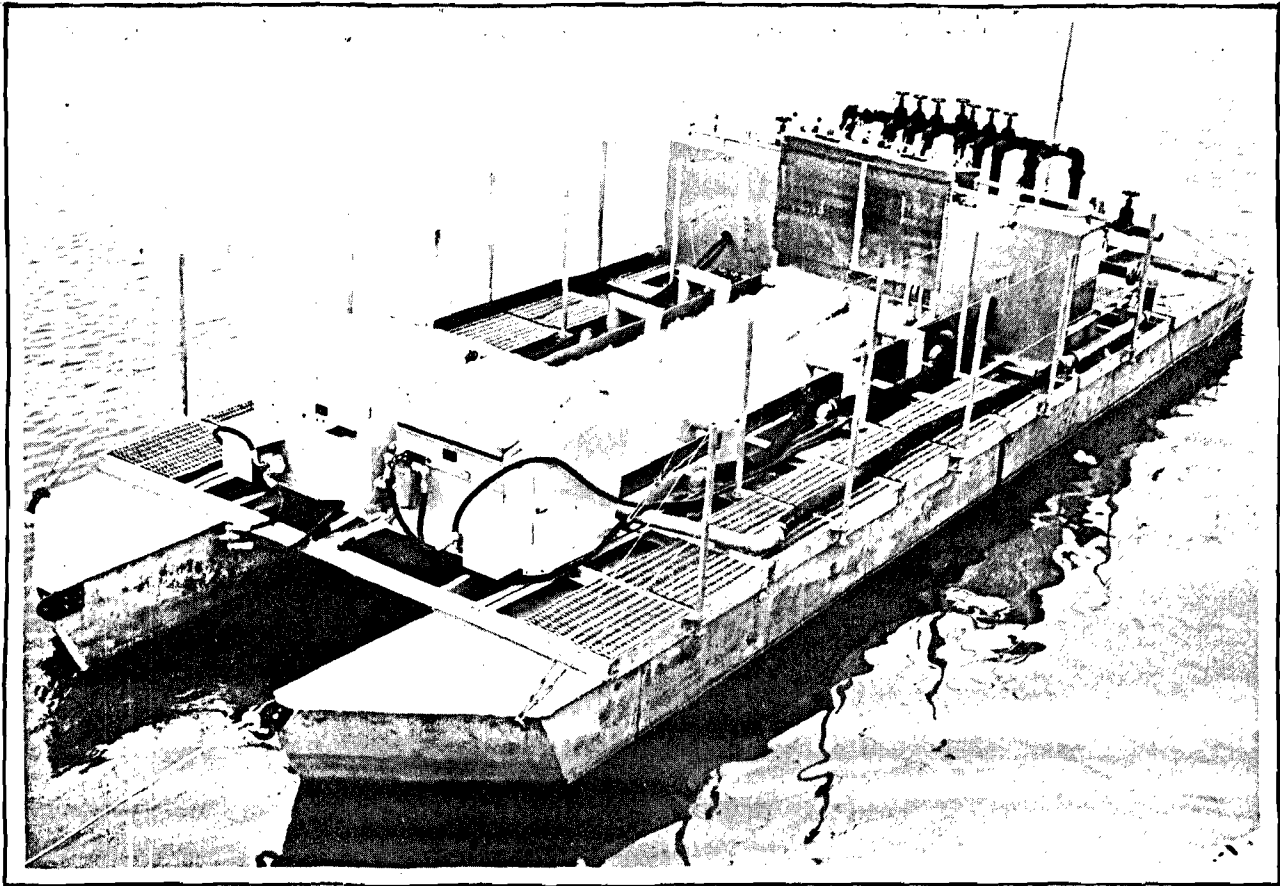


FOTO 6-6 - Embarcación recolectora

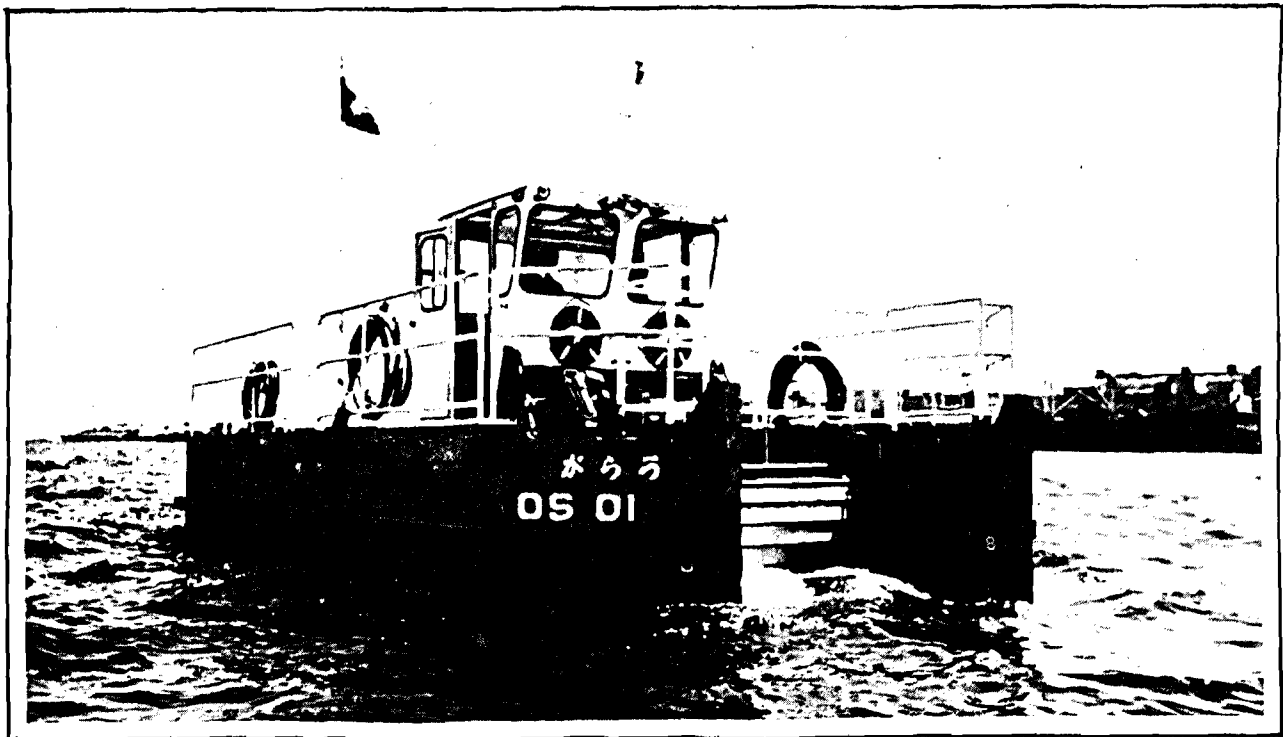


FOTO 6-7 - Embarcación recolectora

CAPITULO 7

APLICACION DE DISPERSANTES EN EL MAR
CON ENFASIS EN LA APLICACION AEREA

J. A. Nichols, H. D. Parker

CAPITULO 7 - DISPERSANTES

Los documentos que se incluyen en este capítulo son provisionales y serán reemplazados por el informe "Directrices para la aplicación de productos químicos en derrames de petróleo y consideraciones ambientales" IMCO/UNEP MEPC XVI/13/3, 7 de septiembre de 1981 en traducción al español.

Este documento puede obtenerse en IMCO Londres.

7.1 PRIMERA PARTE:

APLICACION DE DISPERSANTES EN EL MAR, CON ENFASIS EN LA APLICACION AEREA.

J.A. Nichols, H.D. Parker

7.1.1 Introducción

Cuando se derrama petróleo en el mar, es afectado por una serie de cambios, algunos tendientes a degradarlo, y otros a hacerlo persistente. Aquellos procesos que contribuyen a la disipación incluyen la extensión, dispersión, foto-oxidación, y biodegradación. La evaporación de los componentes volátiles del petróleo, a pesar de que en alguna medida contribuyen a la disipación en el sentido de reducir el volumen de petróleo, al mismo tiempo dejan un espeso residuo viscoso y ésto, junto con la tendencia de la mayoría de los crudos a formar emulsiones estables de agua en petróleo (A/P), son los principales procesos que producen la persistencia del petróleo como contaminante.

Como regla general, siempre que el petróleo permanezca en el mar un tiempo suficiente, los procesos de degradación son capaces de superar la persistencia. Sin embargo, desgraciadamente muchos derrames ocurren en áreas costeras de valor ecológico o turístico, y si se las pretende proteger, es necesario enfrentar el derrame antes que cause daños.

Si se requiere combatir un derrame en el mar habrían dos métodos básicos que se podrían emplear. El primero es recolectar el petróleo con equipos mecánicos como barreras y recolectores. Aunque esta técnica es ideal ya que tiende a remover los contaminantes sin causar ningún daño ambiental, debe vencer la tendencia natural del petróleo a extenderse y degradarse, y por tanto rara vez es un método eficaz, especialmente en mar abierto. La segunda técnica es el uso de dispersantes químicos para acelerar la dispersión del petróleo, con lo cual coopera en vez de competir con los procesos naturales de disipación.

7.1.2 Rol de los dispersantes

Los dispersantes están compuestos básicamente de dos componentes químicos: un agente de acción superficial, y un medio portador o solvente. El tipo y cantidad de cada uno de los componentes varía de acuerdo al fabricante. En general, los dispersantes se pueden clasificar en dos grupos: aquellos con hidrocarburos solventes para ser aplicados sin dilución al derrame; y aquellos que tienen alcohol y glicol como solventes, y generalmente tienen una mayor proporción de componentes de acción superficial. A estos últimos se les llama "concentrados" y pueden aplicarse directamente o diluïdos con agua de mar.

El objetivo de los dispersantes es fragmentar la mancha de petróleo en pequeñas gotitas que se dispersan rápidamente en la columna de agua sin recombinarse en nuevas manchas. Con esto, se aceleran los procesos naturales de dispersión, biodegradación y desintegración.

Es importante, sin embargo, conocer las limitaciones de los dispersantes. Aunque, en general sirven para dispersar la mayoría de los petróleos crudos, y las emulsiones líquidas de agua en petróleo (A/P)₄, no son efectivos con emulsiones espesas (mousse de chocolate)⁴ o petróleos con punto de fluidez cercanos o sobre la temperatura ambiente. En la práctica, esto implica que los dispersantes son inútiles con aceites combustibles pesados o en casos en que petróleos crudos han estado expuestos a los procesos naturales por alrededor de 24 horas o más, ya que para entonces se habrían convertido en emulsiones viscosas (A/P)

Aunque los dispersantes constituyen, con frecuencia, la única solución práctica para combatir derrames en el mar, siguen siendo un tema de gran controversia, en particular en relación a su toxicidad para la vida marina y el hecho que ellos son otro contaminante del mar. Gran parte de la discusión proviene del uso de dispersantes de alta toxicidad (con solventes de hidrocarburos) en el accidente del Torrey Canyon en 1967. A estos productos se les atribuyó un considerable daño a la ecología costera, en parte de larga duración, aunque nunca se obtuvo evidencia del daño a la flora y fauna marina. Nunca podrá saberse que proporción del daño se debió a técnicas de aplicación sin control y cuanto a la toxicidad propia de los productos usados. Sin embargo, la amplia publicidad que se dió al problema resultó en una casi total prohibición de su uso por parte de muchos organismos y autoridades.

Desde ese tiempo, se ha venido desarrollando un considerable trabajo de investigación y experimentación sobre la efectividad, degradación y efectos de los dispersantes y mezclas de petróleo con dispersantes. Como resultado se han producido dispersantes considerablemente menos tóxicos para la vida marina que los usados en el derrame del Torrey Canyon. Además, muchos organismos gubernamentales fiscalizadores han desarrollado procedimientos de análisis y de aprobación de dispersantes para minimizar cualquier daño que su peso pudiera causar.

Debe reconocerse, sin embargo, que virtualmente toda sustancia es tóxica a la vida en ciertas concentraciones. Por lo tanto, el efecto de una sustancia es un organismo vivo depende no sólo de su toxicidad propia, sino también de su concentración y tiempo al que esté expuesto. En el caso de los dispersantes usados en el mar, la tasa de dispersión o dilución es de importancia fundamental. Las condiciones hidrográficas, los métodos de aplicación y las características ecológicas del área serán factores cruciales para determinar si el dispersante o su mezcla con

petróleo producirán un daño significativo. En realidad, la decisión que deberá tomarse será más bien basada en la comparación de los daños que produciría la aplicación de dispersantes y aquellos que produciría el petróleo sin tratamiento alguno. Por lo tanto, por una parte, el uso controlado de dispersantes de baja toxicidad puede minimizar el daño a aves marinas, recursos costeros y vida marina intermareal, al remover el petróleo de la superficie. Por otra parte, al dispersar el petróleo en la columna de agua, se podría exponer más a las pesquerías y vida marina en general. La decisión de usar o no dispersantes debería depender entonces de una política basada en las prioridades de protección.

7.1.3 Métodos de aplicación

La aplicación de dispersantes concentrados ha superado muy ampliamente el uso de los productos con base hidrocarburos. La razón principal es que en caso de grandes derrames, se necesita una gran cantidad de dispersantes "no concentrados" lo que implica serios problemas logísticos; en tanto que el uso de dispersantes concentrados reduce considerablemente el problema, al ser diez veces más efectivos.

Otra desventaja de los antiguos dispersantes es que para producir una dispersión satisfactoria, requieren de una intensa mezcla después de su aplicación, lo que obliga a incorporar tableros agitadores detrás de las embarcaciones. Desgraciadamente, estos tableros, aunque son efectivos, muchas veces son problemáticos y las tripulaciones con frecuencia se resisten a utilizarlos, disminuyendo considerablemente la efectividad de los dispersantes. Los dispersantes concentrados, cuando se usan sin diluirlos en agua no necesitan el mismo grado de mezcla, y muchas veces basta con la agitación natural del mar para producir una dispersión satisfactoria. Esto ha abierto la posibilidad de simplificar los equipos de aplicación de dispersantes desde embarcaciones, permitiendo una mayor maniobrabilidad y velocidad de operación. Pero, a pesar de estos avances, la aplicación de dispersantes con embarcaciones siempre tendrá serias limitaciones, entre las cuales están la tasa o velocidad de tratamiento del derrame, y las dificultades para detectar desde el agua las manchas o partes del derrame que implican un mayor peligro de daños.

Sin embargo, la aparición de dispersantes concentrados ha abierto la posibilidad de técnicas de aplicación aérea, que superan la mayoría de los problemas asociados a la aplicación desde el mar. Una serie de pruebas en el Reino Unido y los Estados Unidos han probado que la técnica es factible, y en un gran derrame, muy reciente, esta probó ser una respuesta altamente eficiente.

7.1.4 La técnica de aplicación aérea

La aplicación aérea de dispersantes en el mar difiere de los sistemas de fumigación agrícola en dos aspectos: Primero, con los dispersantes que se dispone actualmente, la tasa de aplicación (hasta 110 lts/hectárea o aprox. 1/2 tambor/ha.) es mayor que la de los pesticidas agrícolas. Segundo, dado que la aplicación de dispersantes debe hacerse aún en presencia de vientos fuertes, es necesario que las gotas del rociador sean relativamente grandes (700-1000 μ) para asegurar una adecuada distribución del dispersante sobre la mancha de petróleo. La dosis requerida es alrededor de 1:20 dispersante por petróleo, y así, para una mancha de espesor mayor que 200 μ (2.000 lts/ha.) será necesario realizar varias aplicaciones. Sin embargo, la mayoría de los hidrocarburos líquidos se extienden rápidamente hasta alcanzar un espesor de equilibrio inferior a 200 μ .

Si se pretende usar un avión fumigador agrícola se le deberá hacer algunas modificaciones al equipo standard. En general, las bombas de los aviones fumigadores son adecuadas, pero las boquillas están hechas para una aspersión fino o aerosol. En el caso de boquillas "t" de chorro, para obtener gotitas de mayor tamaño bastaría con agrandar el orificio. El sistema "micronair" es también fácil de modificar y tendría la ventaja de producir un rocío con menor variación en el tamaño de las gotitas.

El uso de helicópteros sería adecuado, en particular para pequeños derrames costeros, lejos de un aeropuerto (o aeródromo). Su mayor movilidad los hace ideales para dispersar derrames en áreas cerradas o zonas de congestión marítima. El dispersante puede transportarse en tanques a ambos lados del fuselaje o en un cubo colgante, que tendría la ventaja de apurar el reabastecimiento al usar dos cubos, y también su aspersión no es tan afectada por el viento producido por la hélice; sin embargo es difícil mantener el cubo a la altura mínima requerida.

En general las manchas de petróleo se alinean en la dirección del viento, formando bandas angostas intercaladas con reflejos tornasolados y aguas limpias. Por lo tanto, la aspersión se realiza generalmente en dirección a favor o contra el viento, a la menor altura posible, probablemente unos 5 metros para pequeños aviones fumigadores, con el fin de lograr la máxima cobertura y la menor desviación.

La mayoría de las dispersiones aéreas hasta ahora, se han realizado con aviones monomotores fumigadores o helicópteros, los cuales, aunque son efectivos para pequeños derrames costeros, son inadecuados para grandes derrames mar adentro, por razones de seguridad y debido a sus limitaciones de carga y resistencia. En otras palabras, en el caso de un derrame de 4.000 toneladas, por ejemplo, se necesitarán alrededor de 200 toneladas de

dispersantes para tratarlo completamente, y ello debe hacerse dentro de las primeras 24 horas. Suponiendo que la distancia del derrame al aerodromo no es significativa, es interesante comparar la capacidad de tratamiento (tasa de aplicación) de distintos tipos de aviones. Ver tabla 7-1. Aunque hay diferencias en los tiempos de aspersión y reabastecimiento, con el propósito de comparación, los cálculos se han basado en dos vueltas por hora por cada avión.

Avión	Capacidad de carga de dispersantes	Tiempo para el tratamiento de 4,000 tons. de petróleo
Piper Pawnee	0.5 tons.	200 hrs.
Piper Aztec	1.0 tons.	100 hrs.
Douglas DC 6	10 tons.	10 hrs.

Tabla 7-1 Comparación de la capacidad de tratamiento de distintos aviones.

De este ejemplo se concluye que si la operación debe hacerse en las primeras 24 horas (de las cuales sólo unas 12 son con luz de días), serían necesarios 20 Piper Pawnee, o 10 Piper Aztec, o un DC 6. Evidentemente, una operación con varios aviones sería carísima y con serios problemas prácticos. Aunque todavía faltaría comprobarlo totalmente, el uso de un avión de varios motores, con capacidad de carga de más de 10 tons. parecería ser más apropiado para estos casos, y aseguraría una operación segura y económicamente viable. (5)

Durante 1977 y 1978 se hicieron pruebas con aviones grandes (DC 6 y DC 4) en el Reino Unido, USA y Canadá. Aunque los resultados fueron estimulantes, ellos hicieron ver las dificultades al maniobrar aviones grandes a baja altura, en particular cuando trataban manchas pequeñas y fragmentales de petróleo. También debe tenerse en cuenta que esos aviones son antiguos, y presentan problemas serios de mantención y confiabilidad.

7.1.5 Experiencia práctica

La primera ocasión en que se prefirió un avión para aplicar dispersantes en un derrame grande fue en el accidente del Betelgense (Enero 1979) en Bantry Bay (Irlanda). El buque cargaba 40.000 toneladas de mezclas de petróleo crudo de Arabia Saudita, y aunque la mayoría se consumió en el fuego y explosión, el buque continuó derramando cantidades significativas de crudo por varios meses después de que el fuego fue extinguido y durante las operaciones de remoción del buque naufragado. Las operaciones de aplicación de dispersante se iniciaron casi inmediatamente que

ocurrió el accidente, usando remolcadores locales, pero pronto fue evidente que la respuesta fue insuficiente para prevenir la contaminación de la costa cercana. Por lo tanto, se decidió usar un avión Piper Pawnee fumigador. Al sistema aspersor se le instalaron boquillas "t" de chorro, con orificios de 5 mm. para obtener el tamaño de gotitas adecuadas.

Una pista de aterrizaje ubicada a 3 km. del derrame sirvió de base ideal para montar la operación. Esta cercanía de la pista y la disponibilidad de dispersantes, combustible y equipo auxiliar en el lugar, maximizó el tiempo real de aspersión. La tasa de aplicación, resultante de los tanteos y pruebas iniciales, fue del orden de 20 a 30 litros/hectárea. La operación se llevó a cabo con vientos hasta 30 nudos y se vió que fue igualmente eficiente tanto en aguas agitadas como calmas. La posibilidad de 5 vuelos de aspersión por hora, aunque nunca fue necesario, permitía una capacidad de tratamiento de 75 tons. de petróleo por hora. En comparación, un remolcador usando el mismo dispersante podría tratar un máximo de 14 tons./hora. Sin embargo, fue más significativo aún, la precisión y control de la aspersión realizado por el avión, al seleccionarse para el tratamiento sólo aquellas manchas que ofrecían un mayor peligro de contaminación, asegurando así la máxima eficiencia en el uso de dispersantes.

En las últimas fases de la operación, el avión fue reemplazado por un helicóptero Enstrom F28C, con el mismo sistema de aspersión. Se transportaban hasta 1/4 tonelada de dispersante en los tanques laterales del fuselaje, y las boquillas del tubo de aspersión que estaban bajo el fuselaje se sellaron para evitar que parte del dispersante fuere a rociar el fuselaje mismo, o el motor trasero. Esta área del fuselaje se revisó continuamente y no se encontraron rastros de dispersante.

El helicóptero, además de usarse en el reconocimiento y dispersión aérea del derrame fue muy útil en el transporte de personal durante el salvataje del buque. Por lo tanto, a pesar de que el helicóptero tenía menos capacidad de carga que el avión, esto fue más que compensado por sus múltiples capacidades.

La primera oportunidad en que se usaron aviones grandes en derrame de petróleo fue en la explosión de la plataforma Ixtoc 1 en la Bahía de Campeche (7) (México). En la mayor parte del tiempo se usaron dos DC6, aunque en ciertos períodos se usó también un DC 4. Los aviones se operaban desde Ciudad del Carmen, a 95 km. del lugar del derrame, y podían hacerse un máximo de 6 vuelos diarios. Potencialmente, esos dos aviones podían haber dispersado una 3.000 tons. de petróleo por día, siendo su capacidad de carga de alrededor de 12 tons. Debido a la lejanía del lugar, fue necesario transportar dispersante vía aérea con grandes aviones de transporte, en tanto que el combustible se transportaba con camiones.

Los aviones volaban a unos 15 metros de altura y 150 nudos (aprox. 280 km/hra). El dispersante era aplicado desde sistemas instalados sobre las alas, delante de los flaps. Boquillas "t" de 9.5 mm. de diámetro sin placas de giro, se ubicaron a 15 cm de separación a lo largo de cada tubería de aspersión, para asegurar la formación de gotitas grandes (750-1.000 μ) y una cobertura adecuada.

Cada avión llevaba una tripulación de tres personas: piloto, co-piloto e ingeniero de vuelo, y el co-piloto operaba las bombas de dispersante. El área de aplicación era observada desde 150 a 300 mts. de altura y se orientaba al avión antes de bajar a los 15 mts. Una vez a este nivel, no era posible determinar con precisión la ubicación de las manchas, debido al ángulo oblicuo de observación desde la cabina. En las condiciones de buen tiempo reinante, el petróleo se extendió sobre una extensa área en manchas alargadas alineadas irregularmente debido a la ausencia de viento. En situaciones como ésta, con el uso de un segundo avión volando sobre el avión aspersor, y dirigiendo la operación, habría asegurado un uso más eficiente del dispersante. La tasa de aplicación típica fue del orden de 15 lts/ha. que fue considerablemente más baja que la que se había estimado necesaria en pruebas anteriores. La operación fue considerada de limitado éxito debido a ello, y al hecho que sólo se permitió perar a los aviones fuera del área de origen del derrame, donde el petróleo estaba fuertemente degradado y emulsificado.

7.1.6 Conclusión

Cabrían pocas dudas a que la respuesta más efectiva para combatir muchos derrames costa afuera es la aplicación aérea de dispersantes concentrados. Las ventajas de la dispersión aérea son la velocidad de respuesta, la rápida tasa de tratamiento, el alto grado de control, asegurando que sólo son tratadas aquellas manchas o partes de manchas que implican una mayor amenaza. Para aprovechar al máximo estas ventajas las instituciones que cuentan con aviones para dispersión aérea deben ser capaces de una movilización inmediata en caso de derrames. Será también esencial que los tripulantes hayan recibido un adecuado entrenamiento sobre el reconocimiento de manchas de petróleo en el mar que sean apropiadas para ser tratadas con dispersantes, y no distinguir la apariencia de petróleo ya tratado.

Aunque la técnica está aún en pañales, ha sido utilizado con éxito con pequeños aviones fumigadores agrícolas. Sin embargo, estos aviones monomotores tienen una limitada capacidad de carga y, aunque adecuados para combatir pequeños derrames costeros, tienen severas limitaciones para responder ante grandes derrames costa afuera. No hay motivo para que esta técnica no se extienda a aviones grandes de varios motores y ya se han realizado varias pruebas en Canadá y USA con DC4 y DC6. Esas pruebas, junto con

las experiencias reales en el derrame de la plataforma Ixtoc 1 en México, han demostrado la factibilidad del uso de grandes aviones cuando se trata de grandes derrames y se requiere una respuesta rápida. Sin embargo, debe reconocerse la dificultad de maniobrar aviones grandes a alta velocidad y baja altura sobre manchas fragmentadas de petróleo. En tales casos, probablemente será necesario contar con un avión observador auxiliar que vuele encima del avión aspersor.

En algunos casos será más conveniente el uso de aviones de tamaño intermedio tales como el Piper Azteca y el Britten Norman Trislander, que combinan seguridad con una capacidad mayor que la de aviones monomotores fumigadores. Los helicópteros tienen un rol que jugar, siendo sus mayores ventajas el poder operar desde cualquier lugar y su amplia capacidad de maniobra y uso múltiple. Sin embargo, los helicópteros resultan más caros de operar que los aviones, especialmente los helicópteros bimotores.

Lo anterior sugiere que no habría un solo tipo de avión o helicóptero que sería adecuado para todo tipo de derrames, y se necesitarán varios tipos para contar con un sistema completo de respuesta. Sin embargo, parece claro que los aviones se usarán más y más en el futuro y eventualmente podrían reemplazar a las embarcaciones de dispersante en todos los derrames, excepto en puertos y pequeñas bahías.

7.1.7 Referencias

1. Cormack, D. and Nichols, J.A. Petroleum Times, Vol. 80 N° 2026. April 1976 pp. 23-28.
2. Cormack, D. and Nichols, J.A. "Feasibility Study of Aerial Application of Dispersante Concentrates for Oil Spill Clearance", Warren Spring Laboratory Report. LR 257 (OP), Stevenage, Herts, U.K. 1977.
3. Lindblom, G.P. and Abrker, C.D., Evaluation of Equipment for Aerial Spraying of Oil Dispersante Chemicals, in Chemical Dispersants for the Control of Oil Spills pp. 169-1979. American Society for Testing and Materials Special Publication 659.
4. Martinelli, F.N. and Cormack, D. "Investigation of the effects of oil viscosity and water-in-oil emulsion formation on dispersant efficiency". Warren Spring Laboratory Report LR 313 (OP) Stevenage, Herts U.K. 1979.

5. Cormack, D. and Parker, H.D. "The Use of Aircraft for Clearance of Oil Spills at Sea", 1979 Oil Spill Conference API, Los Angeles, March 1979.
6. Nichols, J.A., White, I.C., Aerial Application of Dispersants in Bantry Bay following the Betelgeuse incident. Mar.Poll.Bull., 10 193-197, 1979.
7. Parker, H.D. "Observations on the Aerial Application of Dispersant using DC6B Aircraft, Gulf of Campeche, Mexico, Warren Spring Laboratory Report LR 351 (OP) Stevenage, Herts U.K. 1980.

CAPITULO 7
SEGUNDA PARTE
TOXICIDAD DE DISPERSANTES

Fernando Alcázar

Uso de Dispersantes en situaciones reales

Se ha señalado que las evaluaciones de toxicidad y efectividad de los dispersantes químicos en el laboratorio permiten discriminar entre diferentes marcas registradas y adecuar cada una de ellas a distintos tipos de hidrocarburos. Sin embargo, el comportamiento de los agentes químicos se revela diferente en el medio ambiente debido a factores tales como el grado de intemperización (weathering) del derrame, la capacidad de dilución del cuerpo de agua afectado (corrientes, mareas, profundidad) y la energía necesaria para producir la emulsión.

Todos los dispersantes químicos son una mezcla de "Agentes activos de superficie" (detergentes), y de un solvente desarrollados específicamente para el tratamiento de petróleos/aceites vertidos a un cuerpo de agua. Debido a las reglamentaciones sobre toxicidad, se ha tendido a eliminar algunos compuestos, tales como los hidrocarburos halogenados, el tetra cloruro de carbono, fenoles, cresoles, álcalis cáusticos, ácidos minerales y toda sustancia que pueda corroer los envases o dañar la salud humana en su manipulación y aplicación. Se exige además que la emulsión lograda con cada dispersante sea estable y no permita que se reforme la mancha de petróleo en la superficie del agua.

Para la determinación de un criterio de toxicidad se ha adoptado la categorización propuesta a I.M.C.O. que se entrega en la tabla 1.

Tabla 1. Evaluación de toxicidad basada en el valor de la concentración total para el 50 % de los organismos sometidos a ensayo (LC50 de 96 hrs.)

< 1 ppm	Altamente tóxico
1-10 ppm	tóxico
10-100 ppm	levemente tóxico
100-1000 ppm	prácticamente inocuo
> 1000 ppm	inocuo

En la tabla 2 se entregan los valores teóricos de las concentraciones que se pueden registrar en, o cerca de la superficie del agua de acuerdo a tasas de aplicación (volumen/superficie) económicamente recomendables. Experiencias en el terreno (McAucliffe et al. 1981) han demostrado que aplicaciones aéreas y desde barcos a razón de 3 a 9 % de dispersante con respecto al volumen de la mancha, logran emulsionar entre un 45 y un 92 % del hidrocarburo presente en la superficie del agua.

TABLA No 2

Concentración máxima teórica de un dispersante químico en varias profundidades (expresado en mg/l) para tasas de aplicación entre 1 y 15 gal/acre, 9 a 135 l/há.

<u>TASA DE APLICACION</u>				<u>CONCENTRACION VS. PROFUNDIDAD</u>			
<u>Gal/Acre</u>	<u>l/há.</u>	<u>Gal/pie²</u>	<u>l/há</u>	<u>1 pie</u>	<u>2 pies</u>	<u>3 pies</u>	<u>4 pies</u>
1	9	2.3×10^{-5}	9×10^{-4}	3.07	1.53	1.02	0.77
2	18	4.6×10^{-5}	18×10^{-4}	6.13	3.07	2.04	1.53
3	27	6.9×10^{-5}	27×10^{-4}	9.20	4.60	3.07	2.30
4	36	9.2×10^{-5}	38×10^{-4}	12.27	6.13	4.09	3.07
5	45	11.5×10^{-5}	45×10^{-4}	15.33	7.67	5.11	3.83
6	54	13.8×10^{-5}	54×10^{-4}	18.40	9.20	6.13	4.60
7	63	16.0×10^{-5}	63×10^{-4}	21.33	10.67	7.11	5.33
8	72	18.4×10^{-5}	72×10^{-4}	24.53	12.27	8.18	6.13
10	90	23.0×10^{-5}	90×10^{-4}	30.67	15.33	10.22	7.67
12	108	27.5×10^{-5}	108×10^{-4}	36.67	18.33	12.22	9.17
15	135	34.4×10^{-5}	135×10^{-4}	45.87	22.93	15.29	11.47

SE ASUME : (A) Mezcla completa

(B) Ausencia de petróleo, todo el compuesto disuelto en el agua.

FUENTE : ESSO CHEMICALS

Se observa que las concentraciones encontradas cerca de la superficie del agua, aún en la tasa de aplicación más alta, son hasta un orden de magnitud menores que la CL50 96 hrs. de los dispersantes "inocuos" y "practicamente inocuos", pero corresponden, en magnitud, al valor de las CL50 de aquellos dispersantes "tóxicos" y "altamente tóxicos".

En este análisis se ha considerado solamente a los criterios de toxicidad y las concentraciones teóricas de dispersantes sin estudiar los efectos sinérgicos que ellos tienen en presencia de petróleos y/o aceites derramados en el mar; sin embargo, aunque la toxicidad derivada de la dispersión pudiera ser instantáneamente mayor que aquella de una mancha de petróleo sin tratamiento químico, los derrames dispersados tienen la capacidad de perder su toxicidad biológica más rápidamente, debido a que los compuestos volátiles y aromáticos, de bajo peso molecular, se evaporan más fácilmente. Al mismo tiempo los compuestos residuales dispersados -de mayor peso molecular (menor toxicidad)- quedan más accesibles a los procesos de biodegradación bacteriológica.

La decisión final para el uso de dispersantes debe tener en consideración: los riesgos humanos, la practicabilidad de usar medios físicos de contención y recuperación, condición del petróleo o su dispersabilidad, consideraciones logísticas, consideraciones ecológicas sobre el área afectada (vulnerabilidad).

Bajo estos aspectos el uso de dispersantes se revela como una alternativa promisorio en el combate contra los derrames de petróleo pero su uso debe ser cuidadosamente controlado bajo las condiciones de cada caso.

Referencias

- Anónimo 1978. Technical specifications for comparative laboratory evaluation of products proposed for cleaning up hydrocarbon polluted seawaters. IMCO - MEPC. 9th. session Inf. 2. 17 pp.
- Castle R.W. y E. Schreier 1979. Decision criteria for the chemical dispersion of oil spills. Oil Spill Conference. American Petroleum Institute Publication Nº 4308. pp. 459-463.
- Mc Aucliffe, C.D., D.F. Fitzgerald, B.L. Steelman, W.R. Leek, J.P. Ray, y C.D. Barker 1981. The 1979 Southern California dispersant treated Research Oil Spills. American Petroleum Institute Publication Nº 4334. pp. 269-282.

Foto 7-1 Equipo aplica-
dor de dispersantes tipo
Maxi.

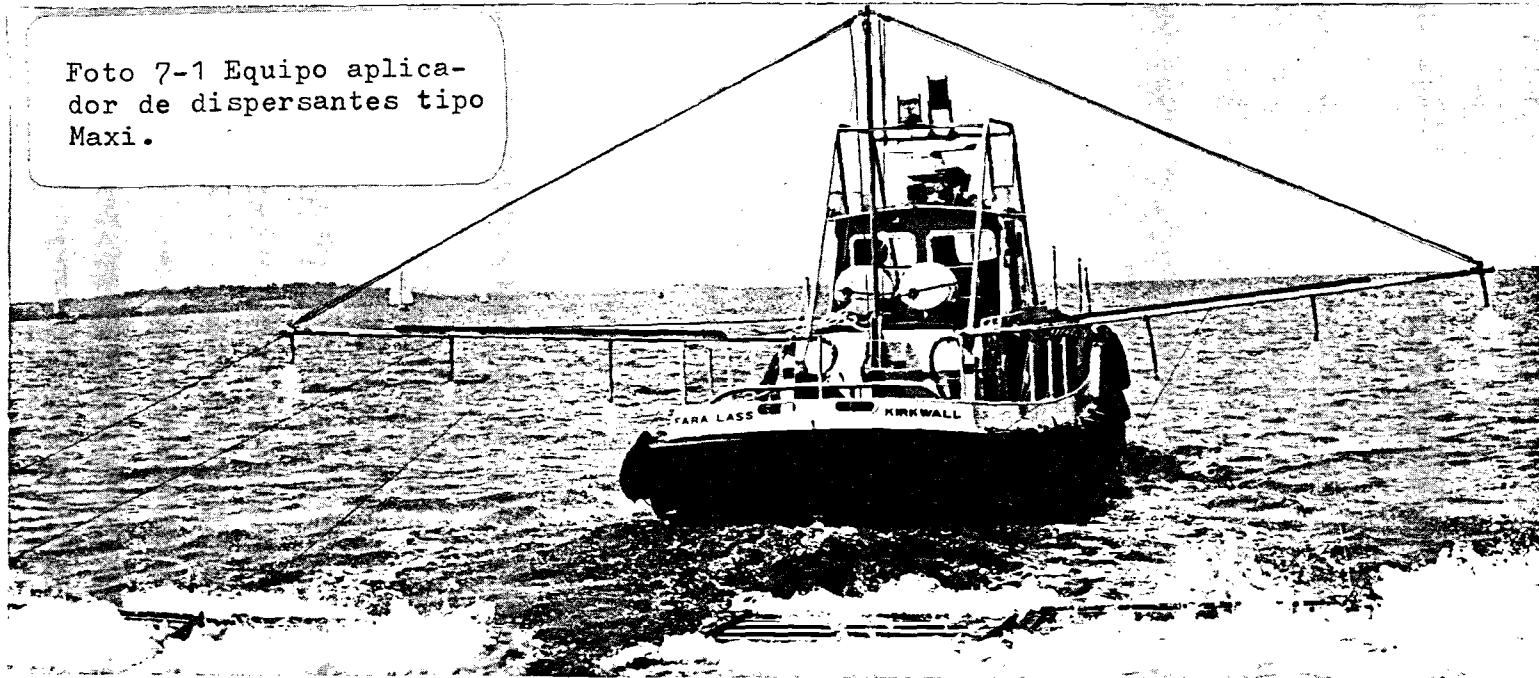
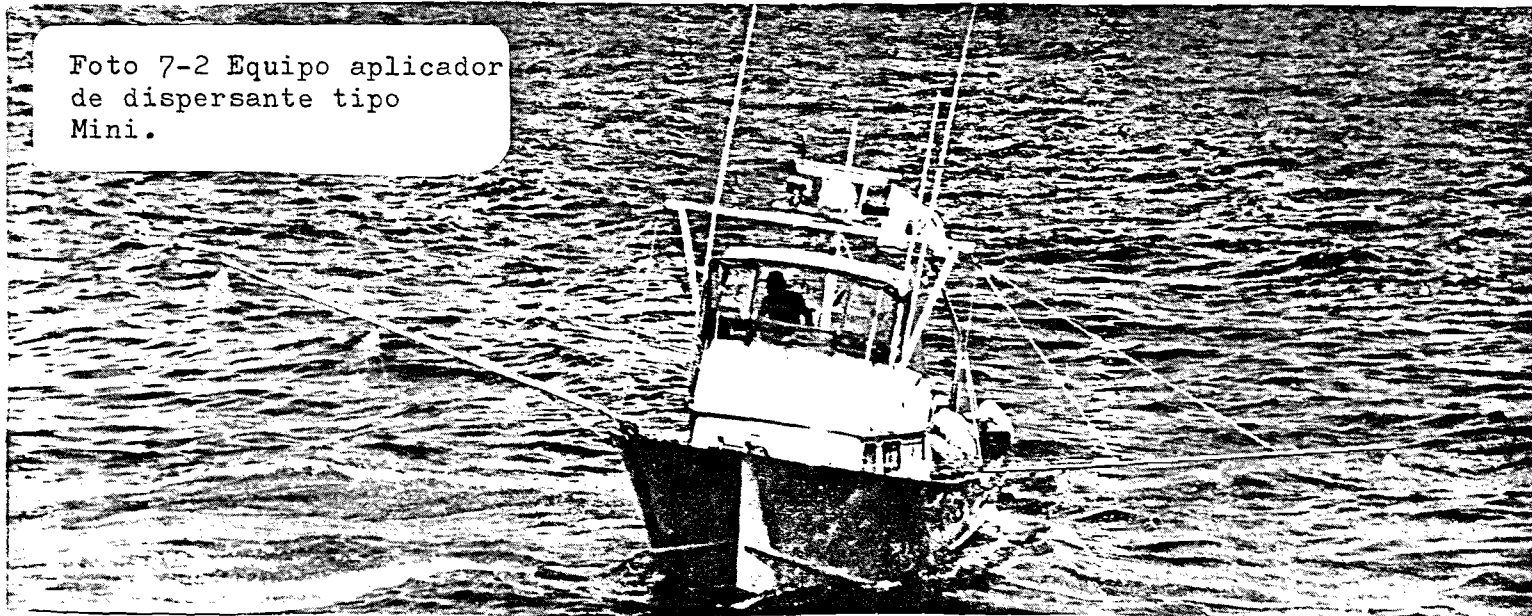


Foto 7-2 Equipo aplicador
de dispersante tipo
Mini.



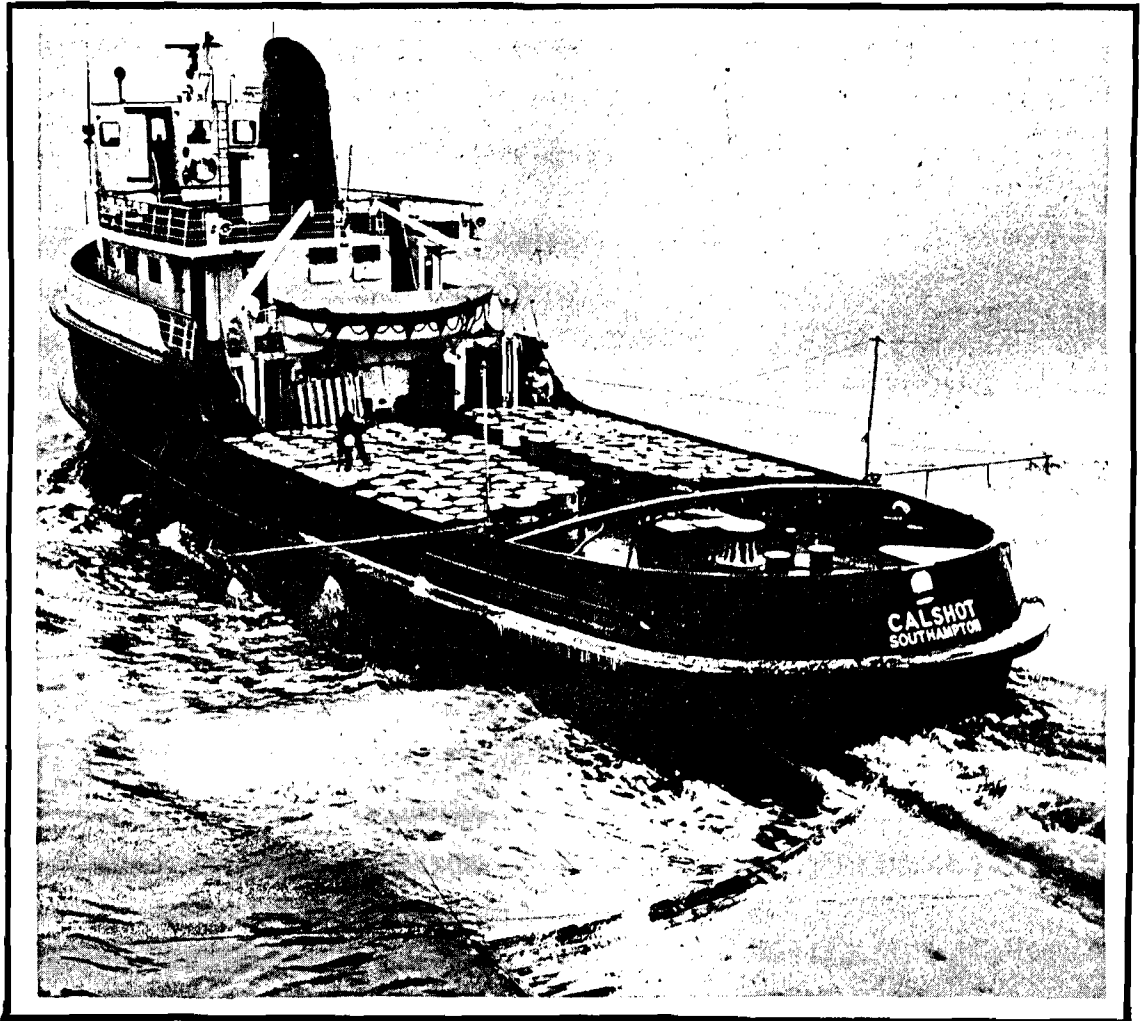


Foto 7-3 Equipo aplicador de dispersante tipo Maxi instalado en remolcador. Obsérvese los tableros agitadores a popa.

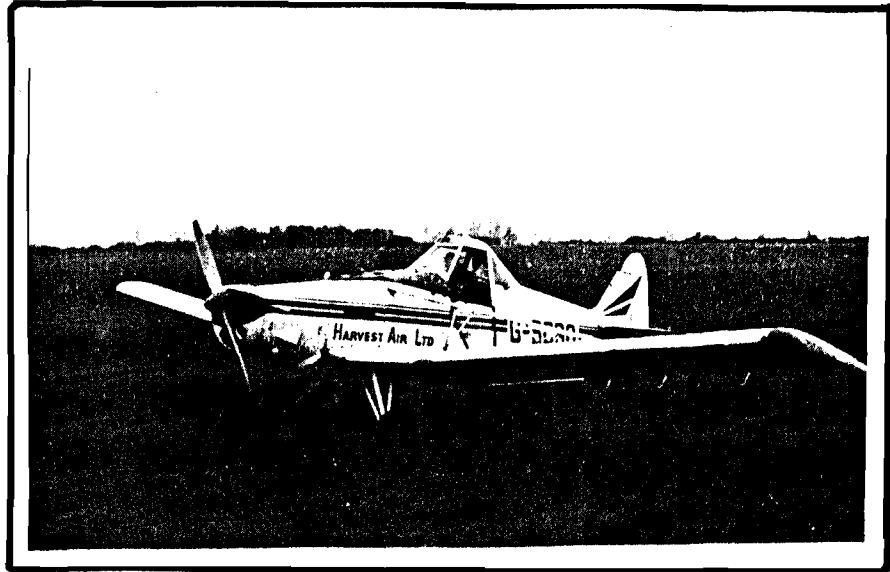


Foto 7-4 Avión Pawnee con sistema aplicador de dispersante

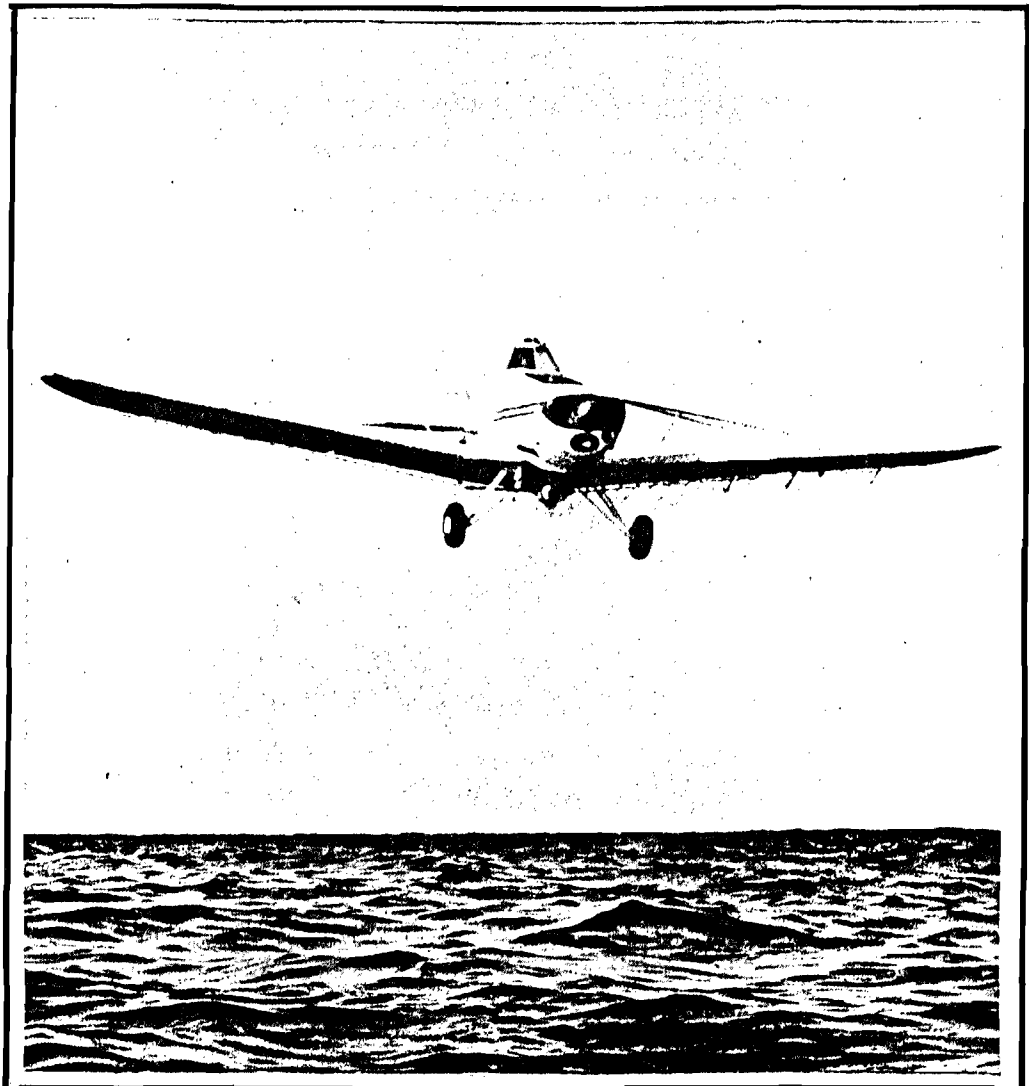


Foto 7-5 Aplicación aérea de dispersantes con un avión monomotor (Piper Pawnee)

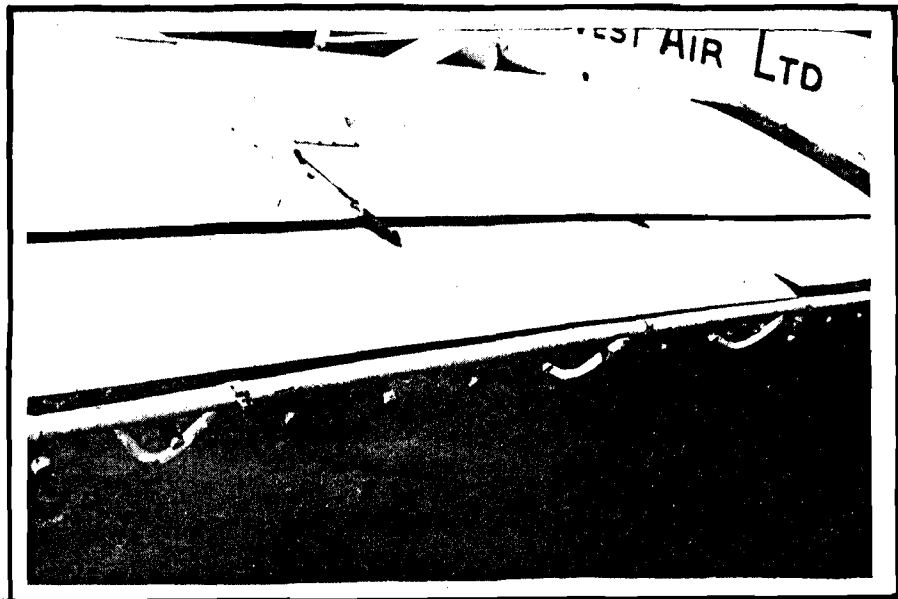


Foto 7-6 Tubería del sistema de aplicación de dispersantes, instalado en avión monomotor



Foto 7-7 Aplicación aérea de dispersante con un helicóptero

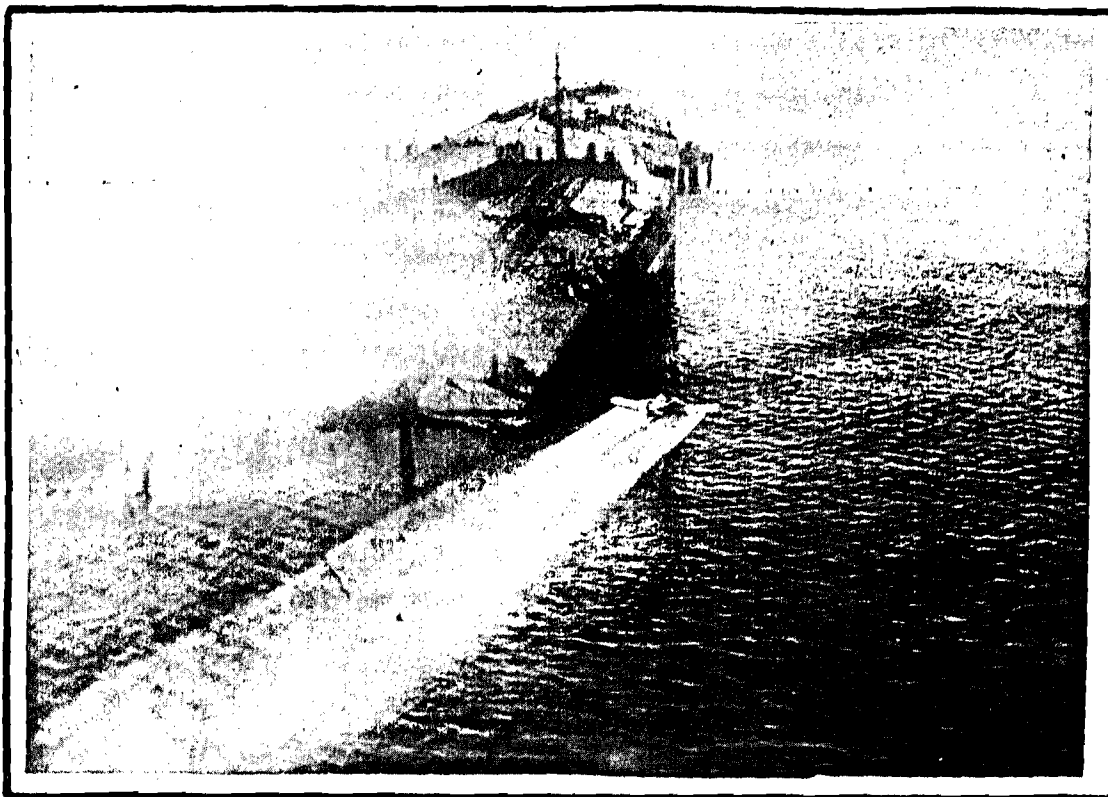


Foto 7-8 Aplicación aérea de dispersantes en un derrame

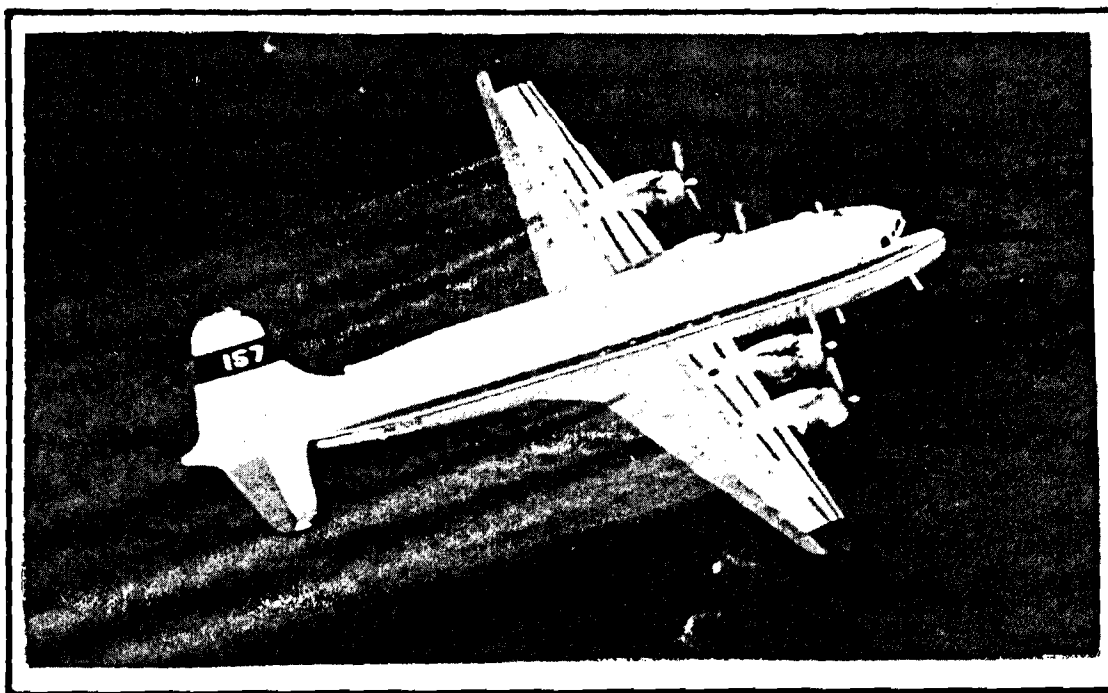


Foto 7-9 Uso de un avión DC6-B en la aplicación aérea de dispersantes.

CAPITULO 8
OTROS METODOS DE TRATAMIENTO Y EQUIPO
AUXILIAR PARA DERRAMES DE PETROLEO

PRIMERA PARTE

8.1 USO DE SORBENTES EN DERRAMES DE PETROLEO

8.1.1 Generalidades

La absorción y la adsorción son métodos físicos por medio de los cuales el petróleo es recogido utilizando materiales con esas propiedades. Aquí sólo se analizarán aquellos materiales que flotan, aun estando cubiertos o impregnados con petróleo. El uso de agentes de hundimiento está descrito más adelante.

Si se define la adsorción como el recubrimiento físico de la superficie de un material sólido por una capa de petróleo, y la absorción como la contención mecánica volumétrica de petróleo en los poros o capilaridades de materiales fibrosos, los sorbentes recolectan y mantienen el petróleo ya sea por adsorción o por absorción.

Numerosos materiales porosos de variados orígenes han sido probados como sorbentes, ya sea en su estado natural o después de un tratamiento para dejarlos oleofílicos. En la tabla 8-1 se describen las capacidades de absorción de algunos sorbentes.

8.1.2 Clasificación y composición.

Los materiales flotantes sorbentes para remover el petróleo desde la superficie del agua pueden ser clasificados en cuatro grupos diferentes de materiales básicos:

- a) Materiales inorgánicos sólidos no porosos, con o sin tratamiento con sustancias oleofílicas.
- b) Materiales inorgánicos porosos livianos, con o sin tratamiento con sustancias oleofílicas.
- c) Materiales orgánicos naturales que tienen propiedades oleofílicas y tienen una estructura porosa o fibrosa.
- d) Materiales poliméricos sintéticos.

En general, la efectividad relativa de absorción de petróleo puede estimarse como sigue:

Sólidos inorgánicos porosos, alrededor de 2 a 5 veces el peso del sorbente;

Material natural orgánico, aproximadamente 2 a 15 veces el peso del sorbente;

Material polimérico, alrededor de 10 a 40 veces el peso del sorbente;

Material polimérico expandido, entre 30 y 70 veces el peso del sorbente.

8.1.3 Cualidades de un sorbente efectivo

Un sorbente óptimo deberá tener las siguientes cualidades:

- a) Alta capacidad de absorción, para diferentes tipos de petróleo (oleofílico);
- b) Alta repelencia al agua (hidrofobo);
- c) Alta capacidad de retención;
- d) Una gravedad específica tal que el conjunto petróleo/sorbente siempre permanezca a flote;
- e) Una adecuada resistencia mecánica a la compresión para evitar que el petróleo se derrame durante la fase de recuperación del sorbente usado;
- f) Fácil de aplicar y recuperar;
- g) Propiedades que permitan una fácil reutilización o eliminación.

Sólidos inorgánicos adsorbentes

El talco y algunas otras clases de sílica son adsorbentes sólidos inorgánicos típicos, usados ya sea en aguas abiertas o en las playas. Estos materiales tienen un tamaño de partícula muy fina y por lo tanto presentan una superficie grande de adsorción. El talco ha sido usado extensamente como un adsorbente sólido. Tres tipos de talco han sido empleados: talco natural no tratado, especial para limpieza preliminar de playas; talco tratado, que flota, para ser usado sobre el agua, y un agente de hundimiento.

El talco no tratado es un material natural oleofílico con gran superficie de adhesión. El fabricante recomienda que el talco sea aplicado manual o mecánicamente en la playa, durante la baja marea, para prevenir que el petróleo llegue a contaminar la playa. Después de la aplicación del talco es conveniente hacer algunos surcos. La cantidad de talco necesaria puede variar entre 0,2 y 0,4 kg. por metro de playa. El material absorbe hasta 60 partes en peso de petróleo por 100 partes en peso de talco. La mezcla puede ser sacada, con cierta dificultad, con palas o arneando la capa de arena. Este material puede ser también usado en limpiar costas rocosas, donde es aplicado a alta

presión como una lechada y lavado después con arena. La recolección del talco en áreas rocosas es todavía un problema.

El talco flotante es un material natural recubierto con estearato de zinc que es una sustancia oleofílica. Puede ser aplicado al petróleo sobre el agua en forma manual o a través de un eductor de agua como una lechada. El material recubierto adsorbe menos petróleo que el no recubierto y por supuesto requiere más energía para mezclarse. Tal como sucede con la mayoría de los sorbentes de polvo, el talco es muy difícil de recolectar después que ha sido aplicado.

Aun cuando el talco tiene afinidad con el petróleo, lavados repetidos por agua resultarán es un deslave del petróleo. Sin embargo, aun si las características de deslave fueran mejores que otros absorbentes, los problemas relacionados con la aplicación y con la recolección del talco todavía son considerables.

Los proveedores sostienen que el talco natural no es tóxico, pero no se han realizado pruebas muy concluyentes. Debido a que el talco es un polvo, su aplicación puede presentar problemas menores de respiración. Sin embargo, no parece constituir un riesgo serio de toxicidad para el personal que efectúa la aplicación.

Absorbentes inorgánicos porosos livianos.

Los minerales expandidos natural o artificialmente, tales como la perlita, la vermiculita, lana de mineral y lana de vidrio, son materiales inorgánicas porosas livianas que han sido utilizadas como sorbentes. La perlita es un vidrio natural volcánico expandido. La permeabilidad al petróleo de esos productos puede ser aumentada tratándolos con silicona para hacerlos más hidrofóbicos.

Debido a su baja densidad, la perlita es difícil de controlar sobre la superficie del agua así como en la playa, donde el material es distribuido y recolectado para su posterior remoción. Es más efectivo en aguas someras donde puede ser aplicado desde pequeñas embarcaciones. Debido a su baja densidad es menos efectivo en petróleos viscosos y expuestos al tiempo que sobre petróleos livianos frescos.

Sorbentes naturales orgánicos

La turba, las cortezas, el aserrín, los desechos de algodón, el papel y la paja son sorbentes naturales orgánicos que han sido utilizados para remover petróleo desde las playas y desde el agua. Estos materiales se usan picados en trozos pequeños, partículas o fibras.

La paja sigue siendo el sorbente natural más utilizado para adsorber el petróleo. Además de su bajo costo, tiene muchas de las características de un buen sorbente. La paja y otros sorbentes similares flotantes son inocuos a la vida marina.

La paja tiene una estructura porosa, baja densidad y aparentemente propiedades superficiales ventajosas para promover la adsorción de petróleo. La consistencia, la densidad, así como la efectividad para remover el petróleo dependen del tipo de paja. Puede adsorber cinco a diez veces su propio peso en petróleo, aunque la capacidad máxima de adsorción se alcanza cuando existe una perfecta mezcla con el petróleo.

Un problema potencial con la paja y con otros sorbentes similares es la posibilidad de absorción de agua o deslave que favorece parcial o totalmente el hundimiento de la paja y a continuación la desadsorción del petróleo previamente absorbido.

Materiales poliméricos absorbentes.

Las espumas de poliuretano y de polietileno, fibras de polipropileno, raspaduras de goma y copolímeros orgánicos han sido utilizados como sorbentes de petróleo. Se han utilizado muchos métodos para la aplicación y uso de estos materiales.

Las espumas picadas son de difícil aplicación debido a su baja densidad, y además, como muchos sorbentes, tienen que ser recolectados posteriormente. Si la espuma es aplicada en trozos grandes o en tiras largas puede ser más fácil de recolectar o remolcar hacia una zona de recolección. Las espumas típicas tienen densidades de 9 a 33 kg. por metro cúbico y pueden absorber hasta 50 veces su peso en petróleo. Aunque los materiales poliméricos son costosos comparados con los sorbentes naturales, tienen la ventaja de poder ser reutilizados. Además, se pueden controlar sin dimensiones, como el largo y el diámetro, de manera de hacer más fácil su distribución y recuperación.

Otra técnica para utilizar materiales poliméricos, que aparentemente tienen muchas ventajas, es usarlos como una barra absorbente. Cuerdas o correas sin fin de espuma o fibra son pasadas continuamente a través de la mancha y el petróleo es removido desde la espuma por un exprimidor u otro elemento en el bote.

Algunos equipos usan un material fibroso de lana de polipropileno dentro de una red. De acuerdo a pruebas de laboratorio, cuerdas de 5 cm. de diámetro y hasta 20 mts. de largo son capaces de remover hasta 50 toneladas por día. La red es sus-

pendida desde una barrera flotante y es arrastrada sobre la mancha de petróleo. Se estima que las fibras de polipropileno pueden absorber alrededor de 6 veces su propio peso en petróleo. Es posible exprimir y reutilizar las barreras.

El método de la barrera absorbente puede ser ventajoso, si los materiales porosos pueden ser reutilizados muchas veces, y también debido a su fácil y eficiente recuperación si se le compara con otros métodos. Sin embargo, debido a las fuertes tensiones que producen las olas y corrientes en la barrera, su uso en mar abierto resulta bastante dudoso. Aún más, la velocidad de remolque de la barrera en el agua debe ser cuidadosamente controlada, de manera de no exceder su capacidad de retención de petróleo. El material de la barrera debe ser elástico, permitir un exprimido repetido, ser resistente a la tracción, ser poroso con una alta capacidad de absorción, y permitir que el agua fluya libremente mientras aún retiene el petróleo. Este equipo es más útil en bahías y aguas confinadas, en pequeños derrames, donde no se necesita de grandes barreras y el exprimido puede ser fácilmente controlado. Aun cuando este sistema de absorción tiene muchos problemas técnicos y de operación, es probablemente el único método en el que se prefieren los costosos polímeros a los absorbentes naturales.

8.1.4 Control de un derrame de petróleo con sorbentes

Cuando se utiliza sorbentes como materiales de recolección en un derrame de petróleo, se distinguen cuatro etapas:

- a) El transporte y la colocación del sorbente en el lugar del derrame.
- b) Absorción y adsorción del petróleo y del agua con el material sorbente dándole la agitación necesaria y dejándolo actuar el tiempo adecuado para una eficiente absorción.
- c) Recolección del sorbente empapado en petróleo y su remoción desde el agua o desde la playa.
- d) Tratamiento final del sorbente y petróleo.

Las cuatro etapas de la operación son independientes entre sí y utilizan equipos, materiales y técnicas diferentes. La mayoría de los sorbentes son extendidos sobre las aguas contaminadas y superficies de la playa y posteriormente recolectados en forma manual. Sin embargo, existen equipos mecánicos para su extensión y recolección.

Métodos

La efectividad de los métodos de absorción está influenciada por diferentes factores.

Teniendo en cuenta que la absorción es un proceso de varias etapas, en muchos casos con utilización intensiva de mano de obra, la eficiencia en las operaciones se verá fuertemente afectada por el medio, la disponibilidad de quipos, y el tipo, tamaño y ubicación del derrame. Sin embargo, se ha progresado mucho en este método de absorción desarrollando nuevas técnicas para la extensión y recolección.

Otra técnica en el uso de sorbentes para la limpieza de derrames de petróleo, necesita que el material sorbente sea extendido en el frente de una embarcación y recolectado más atrás, por otra embarcación. Sin embargo, el tiempo de absorción será muy limitado. Se estima que son necesarios por lo menos 30 segundos o más para que el petróleo (mediano) puede penetrar en la espuma, aún cuando ésta sea bien mezclada con el petróleo.

Una embarcación viajando a 1 nudo se moverá 16 mts. en 30 segundos. La alta viscosidad del petróleo, especialmente en aguas frías, y la necesidad de mezclar bien el sorbente en el petróleo, pueden requerir un mayor tiempo de absorción. Así, el uso de tal método, dependerá fundamentalmente del tipo de petróleo y de la naturaleza del sorbente (tamaño de los poros, características de superficie, etc.), así como de los sistemas de extensión y recolección.

En primer lugar se pueden considerar derrames pequeños en estuarios, bahías o áreas confinadas donde las condiciones del agua son relativamente tranquilas y las corrientes son mínimas. Varios tipos de sorbentes pueden ser extendidos con rapidez y recolectados manualmente o por medio de equipos mecánicos.

Los sorbentes pueden obtenerse en cantidades suficientes, y con la ayuda de barreras se puede limitar el área que deberá ser tratada. En aquellos lugares donde no se puede aplicar dispersantes o agentes de hundimiento debido a su efecto ecológico, los sorbentes pueden jugar una importante función; y la elección, en cuanto a usar equipos mecánicos o elementos de aspiración, sólo está sujeta a consideraciones técnicas o económicas.

En caso de grandes derrames en bahías, o derrames moderados en alta mar, los métodos de absorción son inapropiados por las siguientes razones:

- i) Se necesitarían grandes cantidades de sorbentes, presentándose problemas logísticos y de distribución.

- ii) Los métodos para esparcir los sorbentes en áreas extensas son bastante precarios.
- iii) Las condiciones de mar y viento dificultan la aplicación de los sorbentes.
- iv) No existen aún métodos efectivos para recolectar y remover volúmenes de sorbentes en alta mar.

Antes que los métodos de absorción constituyan un método eficaz para uso en alto mar, debe disponerse de medios para confinar el petróleo y para efectuar una rápida y completa recolección de los sorbentes. El desarrollo de barreras flotantes de alta mar ha aumentado las esperanzas a esta respecto. El desarrollo de métodos para la extensión de sorbentes parece ser menos compleja que el desarrollo de métodos para su recolección. Otro problema potencial de operación en el uso de sorbentes es su movilidad sobre la superficie del agua. Un sorbente, como paja por ejemplo, puede hacer que la mancha de petróleo se vea afectada más rápidamente por el viento. Este efecto es, hasta cierto punto, contrabalanceado si el sorbente logra a operar el petróleo, aumentando, de esta manera, su viscosidad efectiva y reduciendo su tasa de extensión.

8.1.5 Ventajas

La absorción, por lo general, es considerada un método de remoción secundario o posterior. Las principales ventajas de los métodos de absorción son:

- i) Su aparente falta de toxicidad.
- ii) Su aplicabilidad, tanto a manchas delgadas como a aquellas de mayor espesor.
- iii) Su efecto de reducción de la extensión del petróleo.
- iv) La capacidad para remover el petróleo desde el medio marino.
- v) Su utilidad en pequeños derrames en áreas confinadas, donde pueden esperarse daños potenciales a la propiedad y a la ecología si se usan otros métodos.
- vi) La disponibilidad permanente de sorbentes.

8.1.6 Desventajas

La principal desventaja del uso de sorbentes efectivos, en particular las espumas plásticas y fibras artificiales, es el elevado costo de estos materiales. Las otras dificultades asociadas con el uso de sorbentes en general son:

- i) Son efectivos solamente con fracciones de petróleo de baja o media viscosidad.
- ii) La necesidad de un proceso de muchos pasos que involucren la extensión y la recolección.
- iii) La falta de equipos para recolectar sorbentes, especialmente en aguas abiertas.
- iv) La necesidad de barreras u otros elementos de contención para ayudar en la recolección.
- v) Los efectos adversos del tiempo en la absorción.
- vi) Los altos costos relacionados con el despliegue y la recolección de los sorbentes.

8.1.7 Fases en la operación

Los problemas logísticos de almacenamiento, manejo y ejecución de las diferentes etapas deben adaptarse a las condiciones generales del derrame. De esta manera, es fundamental que los sorbentes sean preparados y acondicionados de manera que el manejo, el transporte y las operaciones para esparcir grandes volúmenes de materiales resulten fácil. Los sorbentes que son fabricados en una forma comprimida, o aquellos que pueden ser preparados in situ con líquidos o sólidos no voluminosos, tendrán preferencia sobre otros que son difíciles de transferir desde tierra hacia el buque y desde el buque hacia el mar.

Para que sea factible el uso de sorbentes en operaciones de control de derrames, éstos deben estar preparados, debiendo arreglarse con anterioridad una fuente de aprovisionamiento.

Los sorbentes no deben deteriorarse en el almacenamiento y para aquellos que puedan ser almacenados al aire libre, una simple capa para protegerlos del viento y de la lluvia será suficiente. Obviamente, es preferible contar con bodegas especiales de almacenamiento, pero generalmente serán prohibitivamente caras, aún si se trata de pequeños volúmenes empaquetados.

Los métodos para empaquetar los sorbentes son importantes y deben estar directamente relacionados con el método de transporte y su uso posterior. Se prefieren los empaques simples para reducir el manejo y evitar problemas de disposición secundaria en el punto de aplicación. Los problemas relacionados con el transporte y el manejo desde tierra a vehículos y buques serán mínimos si los empaques son de pesos y proporciones manejables.

Los paquetes de sorbentes tienen que ser abiertos en el lugar del derrame y pueden utilizarse medios manuales y mecánicos para su aplicación. La elección depende de las características físicas del sorbente, del tamaño del derrame, de la ubicación y del tipo de equipo disponible. Horquetas, rastrillos, palas, eductores de agua y máquinas para abonar o separar paja han probado ser útiles. Materiales livianos o polvillos pueden crear un riesgo o causar molestias a las personas o equipos sensibles. Estos productos hacen necesario el uso de equipos de protección tales como anteojos y máscaras contra polvos. La formación de mucho polvillo puede ser evitada usando lechada con agua. El viento puede ser también útil en la distribución de sorbentes livianos, pero a menudo será un obstáculo. Bajo ciertas condiciones de viento, especialmente en alta mar, los materiales con mucho polvillo pueden tener una baja eficiencia debido a que el producto es llevado por el viento lejos del lugar del derrame.

Cuando el sorbente se ha saturado con petróleo, la mezcla debe ser removida. Este es el paso más crítico, y las dificultades que se derivan de esta fase, han sido suficientes para evitar el uso de sorbentes en gran escala. El uso de sorbentes transforma un fluido teóricamente bombeable, en un conjunto homogéneo no bombeable. En consecuencia, la recuperación tiende al uso de técnicas relacionadas con la pesca que, de acuerdo a las circunstancias, varían desde rastrillos hasta redes para la recolección en la superficie del agua o el uso de maquinaria pesada en las playas. Algunos sorbentes pueden ser aplicados como sábanas flotantes o como slashichas cubiertas con redes con la obvia ventaja de su recuperación, pero una vez más tales aplicaciones normalmente tienen un uso limitado a pequeña escala.

Las barreras sorbentes, hechas de partículas sorbentes o viruta de espuma, deben ser usadas en conjunto con barreras convencionales. Si las primeras son colocadas a continuación de estas últimas, corriente abajo, actuarán como elementos de seguridad para absorber el petróleo que sea arrastrado bajo la barrera, las barreras sorbentes no deben reemplazar las barreras convencionales de contención.

Para recuperar estas barreras hay que tener un cuidado especial, si bien es cierto que inicialmente las barreras absorbentes son fáciles de desplegar, debido a su poco peso. Sin embargo como estas barreras son voluminosas, y una vez que han sorbido petróleo llegan a ser verdaderamente pesadas, deben ser también fondeadas y puestas en ángulo como las convencionales, y son generalmente útiles solo en tramos no muy largos.

Cuando ocurre un derrame, lo primero que se debe hacer es suprimir la fuente contaminante, a continuación se deben tomar las acciones de contención, recuperación y restauración, los sorbentes pueden ser efectivos en las tres últimas fases, pero ello requiere que los sorbentes contaminados sean eliminados adecuadamente, lo que puede resultar difícil; por ello, el personal debe prever estas dificultades antes de decidirse a usar sorbentes. Muchas autoridades en la materia aprueban el uso de paja, y otros sorbentes, y su recomendación puede ser muy válida en casos dados.

Usualmente sorbentes libres no deben ser usados si existen otras opciones. El uso de ventiladores para esparcir paja en un derrame por ejemplo, puede dificultar la recuperación.

Paja y otros sorbentes sueltos podrían ser usados efectivamente en derrames en tierra o en riachuelos donde una barrera sorbente pudiese ser hecha de materiales enfardados. La paja suelta es también práctica cuando se usa en conjunto con una rejilla de alambre o nylon. Generalmente, el petróleo es mucho mejor controlado cuando está libre de desechos, incluyendo sorbentes sueltos. No obstante, muchos sorbentes son útiles conteniendo y removiendo pequeños derrames en tierra y en agua, y como un factor de seguridad y complemento de una barrera de contención.

8.1.9 Limitaciones en el uso de sorbentes

Influencia del tipo de petróleo

Debido a sus características físico-químicas, los sorbentes tienen una mayor capacidad de adsorción para petróleos pesados que para los livianos.

Influencia de la temperatura

La viscosidad del petróleo cambia considerablemente dentro de los límites de temperatura ambiental que generalmente se encuentran en el mar (- 5° a 30° C). Con temperaturas extremadamente bajas la eficiencia del sorbente disminuirá para petróleos pesados. La influencia de la temperatura en la efectividad de los sorbentes es uno de los factores más importantes.

La tabla 8-1 da la impresión que los sorbentes son muy eficientes con los petróleos pesados. Esto no siempre sucede en la práctica. Las pruebas de eficiencia fueron hechas a 25°C, pero tan pronto como la temperatura bajó hasta 18°C la eficiencia en petróleos bunker C tiende a ser 0, ya que en muchos casos se alcanza el punto de congelación del bunker C. Por otro lado, en algunos otros tipos de crudos trabajarán muy bien; más aún, en condiciones de hielo sólo algunos crudos presentarán buenos rendimientos de absorción. Finalmente, bajo condiciones de altas temperaturas el conjunto petróleo/sorbente puede llegar a ser inestable y producirse una completa disociación.

Influencia de la mezcla y del tiempo de contacto

La influencia de la mezcla de petróleo y sorbente sobre la superficie del agua es relativamente pequeña porque el proceso de absorción no se altera. Sin embargo, el contacto entre el petróleo y el sorbente es muy importante y será intensificado por una suave mezcla mecánica. Una mezcla muy intensiva, sin embargo, reducirá el tiempo de contacto debido a una emulsificación temporal que puede derivar en una desadsorción del petróleo ya recuperado debido a exprimido mecánico.

El tiempo de contacto entre el petróleo y el sorbente es un parámetro muy importante que tiene un verdadero impacto sobre la eficiencia total de absorción. Cuanto mayor es el tiempo de contacto mayor es la cantidad de petróleo absorbido. Sin embargo, la absorción de petróleo no es una función lineal de tiempo.

El tiempo de retención varía dependiendo del tipo de sorbente usado. Para materiales altamente oleofílicos, tales como los polímeros, el tiempo de retención puede ser mayor, mientras que para materiales ligeramente oleofílicos, como la paja, el tiempo de retención del petróleo puede ser menor debido al reemplazo del petróleo por agua.

Influencia de la exposición al tiempo

Para aquellos petróleos que no han estado expuestos al tiempo no hay ninguna consideración especial que deba tenerse en cuenta, pero en el caso de emulsiones de agua en petróleo, tal como el "chocolate mousse", algunos sorbentes disminuirán su eficiencia. Es obvio que cuanto más oleofílico es el sorbente mejor será absorbida la emulsión agua en petróleo. Esto significa que cuando el "chocolate mousse" está presente, los materiales plásticos porosos tienen una mejor eficiencia por sobre los orgánicos naturales o inorgánicos.

Influencia del agua

Todos los materiales usados como sorbentes tienden en alguna manera de adsorber algo de agua. El grado de adsorción de agua es una función directa de las tensiones interfaciales entre el sorbente, el petróleo y el agua. Cuanto más oleofílico es el material mejor repelerá el agua. En el caso de materiales porosos es importante que el sistema de capilaridad tenga la estructura descrita anteriormente de manera de evitar la absorción de agua.

TABLA 8-1

SORBENTES: CAPACIDAD MAXIMA DE ABSORCION DE PETROLEO

(PESO DEL PETROLEO/PESO DEL ABSORBENTE)

	BUNKER C	PETROLEO CRUDO DENSO	PETROLEO CRUDO LIVIANO	PETROLEO COMBUSTI TIBLE N°2
CARACTERISTICAS DEL PETROLEO				
VISCOSIDAD A 25°C	2.800	2.600	7,8	3,1
GRAVEDAD ESPECIFICA A 25°C	0,942	0,977	0,854	0,856
TEMPERATURA DE FLUIDEZ CRITICA °C	18,3	-9,4	-12,2	-23,3
PERLITA	4,6	4,0	3,3	3,0
VERMICULITA	4,3	3,8	3,3	3,6
CENIZA VOLCANICA	21,2	18,1	7,2	5,0
MAZORCA DE MANI, MOLIDA	5,7	5,6	4,7	3,8
VAINAS DE MANI, MOLIDA	5,8	4,3	2,2	2,2
FIBRA DE SECOYA, MOLIDA	14,7	11,8	6,5	6,4
ASERRIN	3,0	3,7	3,6	2,8
PAJA DE TRIGO	5,8	6,4	2,4	1,8
FIBRA DE CELULOSA DE MADERA	18,6	17,3	11,4	9,0
ESPUMAS DE POLIURETANO:				
a) TIPO POLIETER, DESMENUZADAS	72,7	74,8	60,0	48,7
b) TIPO POLIESTER, RETICULADAS	30,3	24,5	30,6	27,5
c) TIPO POLIETER, 1/2 EN CUBOS	72,7	71,7	60,1	64,9
ESPUMA DE UREA FORMALDEHIDA	72,7	52,4	50,3	47,8
FIBRAS DE POLIETILENO				
a) TIPO LANA	37,0	27,8	19,7	16,1
b) LAMINA, ENREDADA	18,6	17,6	11,9	10,6
c) ELEMENTO CONTINUO, NO TRENZADO	46,0	36,7	45,4	36,2
FIBRA DE POLIPROPILENO, NO TRENZADA				
	21,7	18,1	6,9	4,8
POLVO DE POLISTIRENO	23,4	21,7	20,4	5,8
VIRUTAS DE POLIESTER	8,8	7,4	6,6	4,7
VIRUTAS DE PTFE	5,0	6,0	1,4	1,0

8.1.9 Resumen

SORBENTES MINERALES

VENTAJAS

- Alta tasa de absorción
- Común
- Barato

DESVENTAJAS

- Difícil de aplicar con viento (poco peso)
- Peligrosos para la salud del personal (pulverulentos)
- Requieren gran cantidad de personal y equipo
- Abrasivo
- No biodegradables

SORBENTES ORGANICOS NATURALES

VENTAJAS

- Barato
- Biodegradable (en poca cantidad)
- Común

DESVENTAJAS

- Absorben agua
- Se hunden (en caso absorver agua)
- Difíciles de recuperar
- Alto costo de disposición (eliminación)
- En grandes cantidades crean problema al medio
- Voluminoso

SORBENTES SINTETICOS

VENTAJAS

- Alta tasa de absorción (la mayor)
- Flotabilidad permanente
- Facilidad de manejo y recuperación
- Reusable
- Hidrofóbicos
- Resistente

DESVENTAJAS

- De alto costo
- No biodegradables

SEGUNDA PARTE

8.2 TRATAMIENTO DE UN DERRAME POR HUNDIMIENTO

8.2.1 Introducción

El petróleo que flota puede ser traspasado desde la superficie hasta el fondo del mar aplicando algunos sorbentes de hundimiento; este procedimiento no puede ser considerado técnicamente como remoción del petróleo desde el medio marítimo. Sin embargo, puede haber ocasiones en que su uso se justifique por la necesidad de proteger áreas sensitivas en tierra, ciertos lugares donde haya poblaciones de aves marinas. Con suficiente planificación previa y preparación puede ser un medio para enfrentar en forma rápida derrames de petróleo de gran tamaño.

Este método solamente debe ser aplicado cuando exista la certeza que con la presencia de petróleo en el fondo no se producirán daños al ambiente o estos serán mínimos. El uso de este sistema en ríos, en estuarios o en aguas someras debe ser descartado, y, en todo caso, siempre debe considerarse la posibilidad de movimientos del petróleo en el fondo, originado por algún tipo de corriente submarina.

En principio, no existe diferencia entre el mecanismo físico de absorber el petróleo con sorbentes flotantes o con sorbentes de hundimiento. Sin embargo, para los agentes sorbentes de hundimiento, el conjunto petróleo/sorbente debe tener una densidad mayor que la densidad del agua de mar, la cual varía con la salinidad; aún más, el conjunto debe ser lo suficientemente estable para evitar que el petróleo vuelva a reaparecer en la superficie a una tasa inaceptable.

Muchos sorbentes naturales o inorgánicos tratados pueden ser utilizados como agentes de hundimiento, tales como la tiza, la bentonita, el ladrilla molido o la escoria. Otros materiales como el yeso y el cemento, que se endurecen en contacto con el agua, también han probado ser útiles. Las propiedades de retención del petróleo generalmente son muy limitadas, y desde el momento en que el agua tiende a reemplazar rápidamente al petróleo absorbido éste se libera y reaparece en la superficie del mar. Aun cuando muchos de estos agentes de hundimiento son baratos y se pueden obtener en abundancia, su aplicación no puede ser recomendada.

La utilidad de los agentes de hundimiento podría mejorarse sustancialmente si se les diera un revestimiento especial para que sus superficies fueran oleofílicas. Tendrían, en ese caso, mejores propiedades de retención y, por supuesto, una menor cantidad de petróleo quedaría libre para volver a recontaminar la superficie del mar. De ahí entonces que, en general, se recomienda el uso de materias oleofílicas como agentes de hundimiento.

8.2.2 Uso de polvos secos

Aun cuando, frecuentemente, los sorbentes secos son efectivos agentes de hundimiento, generalmente son difíciles de distribuir sobre la mancha de petróleo. Si el tamaño de la partícula es pequeño, el material tiende a volarse con el viento y si se humedecen en el lugar en el lugar de almacenamiento se transforman en un material apelmasado.

Varios materiales oleofílicos han sido propuestos para ser usados como polvos secos. Estos incluyen arenas con silicona, arenas recubiertas con cera y arenas con estearatos. Estas últimas son las más utilizadas en el presente. Debido al pequeño tamaño de las partículas tienden a flotar sobre las aguas no contaminadas hasta que entran en contacto con el petróleo, mientras que otra parte se hunde y se pierde.

En contacto con el petróleo que flota los polvos oleofílicos de cocolito tienen la particularidad de absorber y formar pelotones con el petróleo, que luego se hunden. La cantidad de sorbente necesaria para hundir una determinada cantidad de petróleo depende principalmente de la gravedad específica y viscosidad del petróleo. Se ha informado que en circunstancias favorables con una tonelada de polvo de cocolito se han hundido hasta 10 toneladas de petróleo.

8.2.3 Aplicación mecánica

El mejor método para aplicar un polvo con un tamaño de partícula entre 5 y 15 micrones es usar pulverizadores de 50 mm. Estos pueden distribuir entre 15 y 20 toneladas/hora de polvo. Para obtener un chorro pulverizado que llegue a 60-80 mts. desde la embarcación se necesita un buen suministro de aire comprimido, recomendándose un compresor que entregue entre 30 y 40 metros cúbicos de aire por cada tonelada de polvo a una presión de 2,6 a 3,0 bars. Sólo se necesitan dos hombres para la aplicación, uno atendiendo el compresor y las cámaras de fluidización de polvo mientras que el otro maneja el pulverizador.

A bordo de las embarcaciones se pueden cargar depósitos de un tamaño adecuado; estas embarcaciones pueden variar desde pequeños botes hasta pesqueros de alta mar. Los depósitos vacíos pueden ser rellenados rápidamente en tierra, desde carros tanques, camiones tanques o aun desde tolvas que pueden ser llenadas manualmente con bolsas de papel.

Las barcazas, que pueden vararse, son especialmente adecuadas para esta aplicación ya que pueden cargar varios camiones de unos 30 metros cúbicos, sin necesidad de estar trasvasiando el agente de hundimiento. A menudo estos camiones traen incorpora-

dos compresores de aire con motores diesel.

8.2.4 Aplicación manual

Cuando no es posible obtener equipos especiales para aplicar estos polvos, la mejor manera de hacerlo es vaciando las bolsas desde a bordo, dejándolas caer en la estela de la embarcación, que servirá para mezclar el polvo y el petróleo. Para tratar de ocupar el mínimo de personal las bolsas deben tener un peso de 25 kg. en vez de las bolsas normales de 50 kg. El personal que tenga que hacer esta faena debe usar antiparras y máscaras contra polvo.

La distribución manual de este polvo es muy irregular y por lo tanto ineficiente e inútil. Su uso, en todo caso, queda limitado a pequeños derrames.

8.2.5 Aplicación aérea

En principio, es posible distribuir estos agentes de hundimiento desde aviones pequeños o desde helicópteros. Las bolsas pueden ser incluso dejadas caer intactas ya que se romperán con el impacto sobre la superficie del agua y se distribuirá el material. Sin embargo, el mayor inconveniente es el problema logístico. Se necesitan grandes cantidades de agentes de hundimiento para enfrentar un derrame grande y la capacidad de transporte de los aviones es muy limitada.

La aplicación aérea tiende a ser más ineficiente aún que la distribución manual.

8.2.6 Uso de lechadas

Cuando los agentes de hundimiento oleofílicos se aplican en forma de lechadas pueden ser lanzados en chorros sobre una mancha de petróleo; el control de la distribución presenta pocas dificultades debido a que la lechada no es afectada por cualquier tipo de viento. Incluso la energía cinética del chorro ayuda a mezclar el agente de hundimiento y el petróleo.

Un agente de hundimiento oleofílico sólo puede ser aplicado en forma de lechada cuando sus propiedades oleofílicas no se ven afectadas mientras está en contacto con el agua. Las arenas tratadas con aminas han demostrado mantener sus propiedades oleofílicas en estas condiciones y pueden ser aplicadas con éxito como lechadas. Como esta técnica ha sido ampliamente desarrollada es posible obtener equipos de aplicación en gran escala en el mar del Norte.

Si está prevista que el hundimiento tendrá éxito la pureza de la arena es de una importancia vital y no debe contener más allá de un 1% de arcilla o barro. El tamaño de la partícula es de importancia secundaria aunque el tamaño óptimo es de aproximadamente 200 micrones; sin embargo, también se han utilizado satisfactoriamente partículas de 300 a 400 micrones. La arena debe estar ubicada en un lugar accesible para una draga.

Los elementos químicos utilizados para transformar en oleofílica una arena común son agentes catiónicos de acción superficial y pueden ser suministrados más o menos en el mismo tiempo necesario para equipar la draga tolva necesaria para la aplicación; los agentes de superficie son suministrados en forma de líquidos, pastas o sólidos y tienen que ser disueltos en un solvente industrial apropiado para su aplicación. La tasa de aplicación de estos productos químicos dependerá en gran medida, de la pureza de la arena ya que la arcilla absorbe en forma preferente estos líquidos.

Al igual que en el caso de los agentes de hundimiento secos la cantidad necesaria de agentes de hundimiento dependerá de las propiedades físicas del petróleo. Este método es especialmente útil para hundir petróleos crudos expuestos al tiempo y emulsiones de agua en petróleo. En estos casos una tonelada de arena puede hundir aproximadamente una tonelada de petróleo, pero para petróleos crudos de baja viscosidad y alta gravedad específica es necesario una mayor proporción de arena en relación al petróleo.

Operaciones en gran escala

Este método puede ser aplicado en gran escala y en forma rápida utilizando una draga de alta mar equipada con una bomba de descarga separada y un sistema de pulverización para fluidificar la carga de arena en la bodega.

Debe haber disponibles estanques para almacenar los elementos químicos y se deben instalar accesorios para inyectarlos en la lechada de agua y arena. La draga debe tener instalado en los costados tangones que llevan boquillas para los chorros especialmente diseñadas para operar con esta pasta acuosa y poder dar una cobertura uniforme al área que se está tratando. Lo ideal es que todos estos preparativos se hagan con anterioridad, de manera que la draga pueda iniciar su operación rápidamente apenas ocurra el derrame de petróleo.

Al aplicar estas lechadas pulverizadas se ha encontrado que la dirección del chorro tiene un efecto muy importante en la eficiencia de la remoción del petróleo. La aplicación dando atrás es mucho más efectiva que haciéndolo hacia adelante.

Asumiendo una tasa constante de bombeo para la bomba de descarga de la nave, una densidad constante de la lechada y un largo determinado para los botalones, la proporción arena/petróleo estará determinada por el espesor de la capa de petróleo y la velocidad de la nave. La manera más conveniente de ajustar la cantidad de lechada de acuerdo al espesor de la capa de petróleo es variando la velocidad de la embarcación.

8.2.7 Limitaciones

Tanto la arena oleofílica como el polvo de cocolito son inofensivos desde un punto de vista biológico. Sin embargo, puede argumentarse que este último es beneficioso para la vida marina ya que aumenta levemente el pH del agua de mar, promoviendo así una mayor actividad microbiológica que acelera el proceso de degradación del petróleo.

En vista de esto los daños biológicos por hundir el petróleo queda circunscrito a los efectos del petróleo mismo. El petróleo hundido forma una capa blanda en el fondo del mar que puede ser rota biológicamente. Debido a esta posición la disponibilidad de oxígeno puede limitar la tasa de degradación.

Algunos organismos marinos, tales como el erizo y la estrella de mar consumen glóbulos de petróleo que están sobre o bajo la arena, de la misma manera como lo hacen otras especies marinas. En consecuencia, el hundimiento del petróleo no debe hacerse sobre bancos de mariscos y áreas de desove.

Otro problema es que el petróleo hundido puede ensuciar los aparejos de pesca e incluso la captura misma. Aun cuando la contaminación por petróleo puede ser solamente superficial es preferible prohibir la venta de esas capturas.

Algunos agentes de hundimiento, incluyendo las arenas oleofílicas, permiten que parte del petróleo hundido vuelva a la superficie después de cierto período de tiempo. Bajo condiciones tranquilas puede volver a formarse una mancha delgada de petróleo, pero esta película es dispersada rápidamente por acción del viento y de las olas.

Antes de decidir si se hunde o no una mancha de petróleo deben considerarse los posibles movimientos del petróleo debido a corrientes submarinas o turbulencias. Si esto puede resultar en un traslado del petróleo hacia áreas sensitivas el hundimiento debe ser considerado un método de tratamiento inadecuado.

El pulverizado de lechadas de arena oleofílica puede ser hecho bajo cualquier condición de tiempo y mar, siempre que permita la maniobrabilidad de la draga. Un límite adecuado se alcanza cuando los extremos de los botalones llegan a tocar las olas cuando el buque da la vuelta en redondo. También la operación de dispersión de polvos secos está limitada por la intensidad del viento debido a las dificultades que se presentan con la distribución.

El método de hundir con arena utiliza dragas de arena y solamente pequeñas cantidades de productos químicos. El gasto principal es la transformación de la draga antes de un derrame y el costo de arrendamiento. Estos costos solamente se justifican cuando el derrame es grande. La efectividad depende, en gran medida, si la arena puede ser dragada cerca del lugar del derrame, ya que este método no será rentable si la arena debe ser transportada desde gran distancia. El polvo oleofílico de cocolito no es un agente de hundimiento muy caro. Puede ser distribuido desde pequeñas embarcaciones con equipo relativamente barato. El transporte constituye el costo principal puesto que deben ser llevados desde el muelle hasta el lugar del derrame. El hecho que se necesiten grandes cantidades de material para hundir una determinada cantidad de petróleo agrava el problema del transporte.

TERCERA PARTE

8.3 CONTROL DE UN DERRAME MEDIANTE LA COMBUSTION DEL PETROLEO

8.3.1 Generalidades

Los hidrocarburos del petróleo son ampliamente conocidos como combustibles, y existe la creencia popular que tales petróleos cuando están derramados y presentan un problema de contaminación pueden ser eliminados quemándolos. Aunque esto es verdadero hasta cierto punto, la experiencia práctica ha demostrado que esta creencia es generalmente infundada.

La variedad de combustibles líquidos de hidrocarburos, producidos cada uno para una aplicación específica, es grande e incluye combustibles para motores, para aviones, para uso doméstico, para maquinaria Diesel, para uso marino y para calderas industriales. Las propiedades de estos combustibles varían desde volátiles, incoloros y aceitosos, hasta no volátiles, oscuros y semi-sólidos viscosos.

Los combustibles volátiles deben ser dejados a un lado, pues más que una amenaza de contaminación, presentan un riesgo grande de incendio y explosión. Por otro lado, los combustibles no-volátiles necesitan de condiciones especiales de combustión para quemarse completamente. Los petróleos crudos, que contienen toda la gama de hidrocarburos, y desde donde se extraen los combustibles, son volátiles y también contienen los elementos para producir los combustibles pesados, de ahí que puedan incendiarse fácilmente pero sean muy difíciles de quemar completamente.

Como es el gas del petróleo, y no el líquido, el que se quema, para que una combustión tenga éxito necesita de una continua evaporización desde la superficie del petróleo, junto con un adecuado suministro de aire con el cual el petróleo pueda formar mezclas inflamables. El calor de la combustión aumenta la tasa de evaporización e incluso la produce en los componentes menos volátiles del petróleo. La pérdida de calor hacia los alrededores de la capa de petróleo que se está quemando afectará la intensidad de la evaporización y por tanto la combustión, al limitar la temperatura alcanzada.

Cuando la mayoría de los hidrocarburos son derramados, se extienden rápidamente en capas delgadas, excepto aquellos que son viscosos. Esto ayuda a la evaporización del petróleo al aumentar el área expuesta a la atmósfera. Sin embargo, esto también aumenta la pérdida de calor hacia la superficie inferior, lo cual puede impedir o incluso prevenir la evaporización y por ende la combustión.

8.3.2 Quemado en los buques

En cualquier accidente en el mar el principal esfuerzo debe estar dirigido a tratar de salvar el buque ya que se reconoce como el mejor medio para prevenir las vidas de aquellos que están a bordo y aun de la carga. El fuego está considerado como el mayor peligro y por supuesto tiene prioridad en cualquier operación de rescate o salvamento. La decisión de incendiar un buque para quemar el petróleo que hay a bordo es, por lo tanto, utilizada como un último recurso, cuando los intentos de salvataje han fallado o son imposibles de realizar, y cuando el petróleo representa un serio peligro de contaminación.

En tales circunstancias, el buque deberá ser aceptado como pérdida total y el objetivo será eliminar todo el petróleo, incendiándolo antes que la nave se hunda, de manera de prevenir continuas filtraciones de petróleo desde el casco náufrago que pudieran causar contaminación.

La experiencia indica que en aquellos buques tanques que se han visto envueltos en accidentes y sufrido fuertes daños por incendio, la carga queda casi totalmente destruida. Ver foto 8-4. Sin embargo, en muchos casos el petróleo se pierde o se quema sólo en aquellos tanques que se han roto, mientras que el resto permanece intacto.

Estudios realizados sobre la quema de petróleo a granel en depósitos totalmente abiertos han demostrado que la tasa de combustión aumenta con el área expuesta, pero alcanza un valor constante para cada tipo de hidrocarburo cuando el diámetro del área es mayor de 1 mt. Otros estudios han demostrado que con una perforación en la parte superior de un depósito cerrado la combustión tiene lugar a una tasa muy baja y se extingue cuando el petróleo se ha quemado muy poco por debajo la línea de la parte superior.

Estudios más recientes sobre quema de petróleo crudo a granel en depósitos con una abertura en un costado y otra en la parte superior han demostrado que se puede quemar hasta un 97% del petróleo a una tasa promedio de 150 mm. (6 pulgadas) por hora. La tasa de quema está afectada por la velocidad del viento y el área expuesta, pero llega a ser relativamente constante cuando el área de las perforaciones en el lado de barlovento y de la parte superior equivalente cada una a un 10% del área de la superficie del petróleo, y el viento es suave a moderado. Para quemar la carga a bordo de un buque tanque es necesario hacer estas perforaciones en el costado y en el cielo de cada estanque para suministrar suficiente aire para la combustión. Esto puede ser hecho con cargas explosivas, pero requerirá de expertos que seguramente pueden ser solicitados a las Fuerzas Armadas. Las perfora

ciones de los costados pueden ser hechas, por último, con tiros de cañón.

En el pasado, el bombardeo aéreo ha sido utilizado para perforar la cubierta en tanques varados y poder quemar la carga. La dificultad con este método estriba en prevenir daños al casco, de manera de mantener el resto del petróleo a bordo, y que el barco mismo no se hunda antes que el petróleo haya sido quemado.

Es muy rara la ocasión en que quemar una nave sea una solución factible, pues primero será necesario asegurar que la nave esté en una posición adecuada para efectuar la operación con seguridad, sin provocar daños y sin crear un riesgo a la navegación. En efecto, pudiese ser necesario remolcar la nave hasta una posición más adecuada antes de incendiarlo y si esto se puede realizar o no dependerá del daño que ya haya sufrido el buque.

8.3.3 Quema en el agua

Los hidrocarburos del petróleo son prácticamente insolubles en agua, y, a menos que sea un petróleo viscoso o esté contenido por una barrera, se extenderán rápidamente en la superficie del agua en capas delgadas.

Tiene lugar entonces, la pérdida de los componentes volátiles del petróleo hacia la atmósfera, conocida como "exposición al tiempo" (weathering), y el grado en que ocurrirá dependerá de la volatilidad del petróleo y de la temperatura ambiente. Cuanto más volátil es el petróleo y más alta la temperatura, mayor será la evaporación.

La combustión depende de la formación de mezclas inflamables de gases de petróleo y aire, y cuanto mayor es el contenido de hidrocarburos volátiles que pueden evaporarse desde el petróleo a la temperatura ambiente, mejores serán las condiciones para la misma. Sin embargo, cuanto más expuesto a la atmósfera ha estado el petróleo antes de que haya ocurrido un incendio, menos posibilidades habrá para que el petróleo restante pueda ser incendiado.

El calor producido por el incendio aumenta la tasa de evaporación, e incluso la produce en aquellos componentes del petróleo que no son volátiles a temperatura ambiente, de manera que una mayor proporción de petróleo no volátil se quema en la medida que aumenta la temperatura.

La mayor parte del calor pasa desde la capa de petróleo a la capa inferior del agua y el efecto de enfriamiento en la del

gada capa de petróleo puede impedir la evaporación y de esta manera extinguir el fuego. Por otro lado, el calor absorbido por la superficie del agua puede ser suficiente para hacerla hervir y el vapor producido puede actuar como un agente sofocante que impida el suministro del aire necesario para la combustión.

Pruebas efectuadas con capas de petróleo crudo que flota, han demostrado que el petróleo fresco prende fácilmente con una llama, que el incendio se propaga rápidamente sobre la superficie y que se quema furiosamente, pero que deja algunos residuos aquí tranados sin quemar. La proporción de residuos que quedan sin quemar depende del espesor original de la capa de petróleo crudo, cuanto más delgada es la capa al iniciarse el fuego mayor será la proporción que no se quema.

Algunas pruebas de exposición al tiempo han demostrado también que cuando capas delgadas de petróleo crudo son expuestas durante algunas horas a la acción de la atmósfera se producen por evaporización muchos de los hidrocarburos volátiles y que el petróleo remanente no puede ser incendiado simplemente aplicando una llama. Otras medidas serán necesarias para incendiar el petróleo remanente y propagar las llamas, tal como agregar combustibles volátiles para reemplazar a los hidrocarburos volátiles perdidos por evaporación. De la misma manera, las capas gruesas de petróleo pierden sus componentes volátiles después de haber estado expuestas por más de un día en climas templados y son muy difíciles de incendiar.

Los productos comerciales para ayudar a la combustión de los petróleos flotantes pueden ser clasificados en forma general en iniciadores, propagadores de llama, sustentadores de combustión y enriquecedores de oxígeno. Lo que se persigue al usar tales productos es establecer áreas de fuerte combustión local, extender el fuego a toda el área de la capa de petróleo y mantener la combustión hasta que todo el petróleo se haya quemado. Tales productos pueden ser útiles en algunas circunstancias pero por razones de costo y problemas de aplicación es difícil que sean usados.

En base a las diversas pruebas efectuadas que hay sobre accidentes ocurridos se pueden sacar las siguientes conclusiones en relación con la combustión de capas flotantes de varios tipos de hidrocarburos de petróleo. Ver fotos N^o 8-5 y 8-6.

Los hidrocarburos volátiles, tales como la gasolina y el kerosene, presentan un considerable riesgo de incendio ya que pueden ser fácil y accidentalmente encendidos por llamas o chispas. Se extienden rápidamente sobre la superficie del agua, y aun cuando se queman las capas más delgadas, el incendio se extenderá en toda el área cubierta por el petróleo. Esto representa un grave riesgo de incendio para otros buques especialmente pequeños botes,

y las instalaciones de tierra. La evaporación de tales petróleos es rápida y se producirá entre 1 y 2 horas después de derramado.

Los hidrocarburos de petróleos menos volátiles, tales como el gas oil y el diesel oil, también se extienden rápidamente, pero se evaporan más lentamente y pueden demorar varias horas en desaparecer. Estos hidrocarburos no pueden ser encendidos fácilmente, pero si se logra hacerlo cuando el derrame está fresco, probablemente se quemarán hasta la totalidad.

Los aceites lubricantes y los combustibles pesados no pueden ser encendidos sin una ayuda especial para iniciar la combustión, tales como diluyentes volátiles o llamas incendiarias. Estos petróleos, especialmente ciertos grados de combustibles pesados, se extenderán más lentamente que los petróleos volátiles y pueden formar gruesas capas de petróleo flotante. Una vez que la combustión se haya iniciado sobre tales capas, se propagará y continuará hasta que los efectos de enfriamiento del agua sean mayores que el calor producido por el incendio, de manera que si esa combustión no es mantenida se extinguirá, dejando cierta cantidad de petróleo sin quemar. Los estanques de combustible y los de lubricantes de una nave pueden romperse debido a una colisión y prender fuego, poniendo en peligro a las naves involucradas. Las manchas flotantes de petróleo ardiendo pueden también constituir un peligro para otros barcos y pueden, en algún momento, interrumpir las operaciones de rescate.

Los petróleos crudos como contienen hidrocarburos volátiles hayan sido consumidas o cuando el calor del incendio no sea suficiente para vaporizar los gases y mantener la combustión. Como los componentes volátiles de los petróleos crudos se evaporan a la atmósfera, los que permanecen expuestos varias horas llegan a comportarse como los combustibles pesados y requieren de medidas especiales para el encendido.

Los petróleos crudos y los combustibles pesados no se queman completamente y pueden dejar considerables cantidades de residuos alquitranados flotando sobre el agua. La proporción que se consume en la combustión depende, en gran medida, del espesor de la capa de petróleo que flota. Si la capa es menor de 2 mm. de espesor se eliminará más por incendio que lo que se perderá por evaporación, lo cual representa aproximadamente un 30% en petróleos crudos. Si la capa es de aproximadamente 10 mm. de espesor, algo así como el 60% del petróleo puede ser eliminado por combustión. Capas con un espesor superior a 20 mm. probablemente se quemarán casi totalmente y dejarán menos de un 20% de residuo, lo que dependerá del tamaño de la capa que flota y de la intensidad del incendio. En una prueba se demostró que prácticamente no quedaron residuos después de haber incendiado

unas 100 toneladas de petróleo crudo fresco en el mar.

Cuando los petróleos entran en contacto con el agua se produce la emulsificación, lo cual puede impedir la iniciación de la combustión. Algunos petróleos crudos son particularmente propensos a la formación de emulsiones con alto contenido de agua; estas emulsiones de agua en petróleo, que pueden contener hasta un 80% de agua, son imposibles de quemar.

8.3.4 Combustión en Tierra

Poco éxito han tenido algunos intentos hechos en el pasado para quemar im situ petróleos que han llegado a tierra. Las principales razones se derivan del hecho que cuando el petróleo llega a tierra ya ha estado expuesto al tiempo y no es volátil; está emulsificado con agua; está distribuido en un área muy grande; y está a menudo mezclado con arena. El método es utilizado, por lo tanto, sólo en circunstancias muy especiales, cuando no existe otra forma de quemarlo.

Tales circunstancias pueden presentarse si ocurre un derrame de diesel o de petróleo crudo relativamente cerca de la costa y una substancia absorbente combustible se coloca a lo largo de la playa para absorber el petróleo que llega a la costa. La paja es adecuada para este propósito ya que puede ser posteriormente recogida con rastrillos y quemada.

Normalmente la contaminación por petróleo crudo o por combustible, (bunker), aparece en la playa como una banda negra en la marca de alta marea, donde el petróleo líquido, junto con masas semisólidas de alquitrán, penetra la arena o los cascajos. Estas masas pueden ser recolectadas y quemadas en incineradores portátiles si la combustión es ayudada suministrando aire comprimido. Ver Figura 8-1.

Ciertos tipos de petróleos espesos pueden ser también desplazados hacia tierra en forma de masas alquitranadas, las cuales pueden ser recogidas, apiladas y quemadas. En los petróleos crudos la congelación de la cera a la temperatura del mar evita la pérdida de los componentes volátiles, de manera que se retiene lo suficiente para iniciar y mantener la combustión.

Los petróleos emulsificados, conteniendo una alta proporción de agua, no pueden ser quemados a menos que el petróleo sea separado primero usando algunos demulsificadores químicos.

El material que se describe en la sección de ayudas a la combustión ha demostrado tener una utilidad limitada cuando se trata de petróleos emulsificados. Este material, cuando se en-

ciende en contacto con el agua y produce un alto calor localizado, deja el petróleo emulsificado convertido en un residuo bituminoso el cual puede ser recolectado a mano. Este tratamiento es muy costoso.

El uso de petróleos volátiles como diluyentes para facilitar y ayudar a la combustión de petróleos viscosos debe ser evitado en superficies porosas, tales como arenas y cascajos, debido a que adelgazarán el petróleo, provocando una introducción o el diluyente se separa y es absorbido por la arena.

No se recomienda el uso de llamas para limpiar construcciones ya que ello causa el quebramiento de la superficie. También se han utilizado lanzallamas para este propósito y para limpiar rocas contaminadas, pero este método no ha sido satisfactorio debido a su lentitud y a la excesiva cantidad de combustible que se necesita.

8.3.5 Ayudas a la combustión

Varios productos comerciales pueden ser utilizados para iniciar y mejorar la combustión. Todos son caros y debe darse especial consideración a las posibles ventajas en relación al costo agregado. Estas ayudas pueden ser clasificadas como agentes iniciadores, propagadores de llamas, agentes de mecha y generadores de oxígeno.

Una llama normal incendiará rápidamente aquellos petróleos que contienen una proporción importante de componentes volátiles, pero para iniciar la combustión de petróleos no volátiles, tales como combustibles o petróleos expuestos al tiempo y que han perdido sus constituyentes volátiles, puede ser necesario el uso de lanzallamas o llamas de magnesio para generar una fuente de calor localizado. Para capas de petróleo que están flotando en el agua pueden utilizarse los compuestos que contienen sodio, que se incendian en contacto con el agua, y el carburo, que produce un gas combustible en contacto con el agua. Se puede obtener un producto conteniendo una mezcla de estos elementos con otros productos químicos que liberan oxígeno al calentarse. Viene en bolsas plásticas a las cuales se les introduce agua antes de ser lanzadas sobre la mancha de petróleo. Para seguridad en el almacenamiento y en el transporte cada bolsa viene embalada individualmente en un depósito metálico. El material es muy peligroso y solamente debe ser manipulado por el personal entrenado.

Si la condición y la naturaleza del petróleo son tales que se quemará solo, el uso de iniciadores sofisticados es innecesario. Si la mancha es demasiado delgada o contiene una proporción muy pequeña de constituyentes volátiles, tales iniciadores tendrán muy poco efecto útil ya que el incendio permanecerá localizado y no se propagará. Pueden, sin embargo, aportar un método

apropiado de encendido, pero como son caros el costo en gran escala será prohibitivo.

Las manchas de petróleo, a menos que estén formadas por petróleos frescos y muy gruesos, se encuentran a menudo como una capa continua y generalmente consiste de pelotones de petróleo. La iniciación de la combustión y la propagación del incendio hacia estos pelotones presenta ciertas dificultades. Se ha logrado cierto éxito dejando caer en el área afectada combustibles volátiles, tales como gasolina o kerosene, y encendiéndolos inmediatamente. Se extenderán rápidamente debido a su baja viscosidad y propagarán el incendio sobre la superficie de la mancha. El combustible agregado, sin embargo, sólo iniciará el fuego en los pelotones de petróleo de la mancha y su propagación dependerá del espesor y de la condición del petróleo.

Los agentes de mecha están basados en la teoría que si el petróleo puede ser separado desde la superficie del agua por una acción capilar, el efecto de enfriamiento del agua se reduce y las condiciones para quemarlo son más favorables. Varios tipos de materiales flotantes no combustibles han sido desarrollados basados en esta teoría y se pueden adquirir productos comerciales como sílica expandida, mostacilla calcárea y vermiculita expandida cubierta con asfalto. Bajo condiciones favorables el uso de estos materiales aumentará, en cierta medida, la cantidad de petróleo que puede ser quemada, siempre que éste sea quemado primero. La limitación de este método radica en que el petróleo de la superficie tiene que estar casi completamente cubierto con el agente y esto se logra solamente con petróleos cuya viscosidad es lo suficientemente baja para alcanzar hasta el agente incendiario.

Los productos químicos más comunes que se utilizan como generadores de oxígeno para mejorar la combustión son los nitratos y los cloratos. Algunos depósitos hechos con estos productos y a los cuales se les instalan detonadores, pueden ser usados como iniciadores a distancia, siempre que sean lo suficientemente livianos para flotar en el agua. Sin embargo, para que su uso sea efectivo, la llama producida debiera ser deflectada sobre la superficie del petróleo.

CUARTA PARTE

8.4 OTROS METODOS DE TRATAMIENTO DE UN DERRAME

Varios otros métodos han sido propuestos para controlar derrames de petróleo, además de aquellos que ya han sido discutidos en detalle. El continuo desarrollo en este campo está creando permanentemente nuevas técnicas y equipos. Será suficiente, por ahora, describir brevemente algunos métodos que en alguna medida pueden considerarse prácticos.

8.4.1 Agentes degradantes biológicos

Cada cierto tiempo se hacen afirmaciones declarando que las bacterias que consumen petróleo pueden ser utilizadas para limpiar manchas de petróleo y han aparecido en el mercado algunos productos conteniendo ciertas clases de bacterias mezcladas o mezclas de enzimas y bacterias.

La existencia de la bacteria que degrada el petróleo es bien conocida desde hace muchos años. Sin embargo, estas bacterias seleccionan y atacan de preferencia a aquellas fracciones del petróleo que son menos contaminantes. La degradación es lenta, a menos que se les suministre suficiente oxígeno y nutrientes, tales como nitratos y fosfatos. El principal problema con el concepto de la degradación inducida de manchas coherente de petróleos en el mar es que una cantidad suficiente de sales nutrientes debe permanecer en contacto con la mezcla petróleo/bacteria en la interfaz petróleo/agua, para que se produzca un efectivo crecimiento de las bacterias y un rápido aprovechamiento del petróleo. Desde el momento que los nutrientes tiende a ser muy solubles en agua serán rápidamente disueltos en el cuerpo principal del mar. Puede ser que en el futuro tanto el nitrógeno como el fósforo puedan obtenerse de compuestos solubles en petróleo antes que de sales inorgánicas, lo que podría disminuir el problema de disolución.

Sin embargo, pudiera necesitarse bacterias adicionales para que entreguen los nutrientes que necesitarían las bacterias que consumen petróleo y de esta manera el problema crece en complejidad.

El concepto de sembrar biológicamente las manchas de petróleo en el mar, aunque loable, está por el momento muy lejos de ser una proposición práctica.

8.4.2 Agentes gelatinizadores

Se ha sugerido el uso de agentes químicos gelatinizadores para inmovilizar el petróleo en la superficie del mar y de esta manera prevenir o limitar su extensión. Varios agentes han sido

ofrecidos comercialmente para este propósito, pero su aplicación sobre la mancha de petróleo es un problema complejo y una gran cantidad de energía debe ser aplicada para formar la gelatina. Aun cuando los agentes gelatinizadores pudieran ser usados efectivamente el problema de recolectar el petróleo posteriormente permanece vigente.

Se estima que los agentes gelatinizadores tienen poco que hacer excepto en aguas muy someras, existiendo en la actualidad métodos de tratamiento más efectivos y menos complejos que se pueden usar en tales situaciones.

8.4.3 Polvos para revestimiento

Se han hecho algunos intentos para tratar manchones aislados de petróleo muy viscoso o alquitranado, que es muy resistente a otros métodos alternativos, cubriéndolos con un polvo.

Por lo menos en teorí, éste debiera adsorber el petróleo o formar una costra sobre él, de manera que no cause daño a los bañistas. En la práctica, aun cuando se ha experimentado con un gran número de estos polvos, el petróleo y el alquitrán tienden a atravesar el polvo y a echarlo hacia fuera cuando se aplica presión. Se presenta otro problema adicional, puesto que estos polvos tienden a volarse con el viento, habiendo quedado demostrado así que este método es muy poco útil.

8.4.4 Agentes recolectores superficiales

En los últimos años han aparecido agentes recolectores superficiales que se disputan con el petróleo la permanencia sobre la superficie del agua. Estos recolectores superficiales no tienden a dispersar o a emulsificar el petróleo, sino que actúan sobre la superficie teniendo una fuerza de expansión sobre el agua de más de 40 dinas por centímetro, que es mayor que la fuerza de expansión del petróleo. En la práctica estos agentes se lanzan alrededor de la mancha de petróleo o de la fuente de contaminación para prevenir una mayor extensión de la mancha. En algunas circunstancias pueden achicar el área de una mancha. Se recomienda la aplicación de unos 8 litros por kilómetro lineal.

Pueden actuar con cierta eficiencia en petróleos que son arrastrados por corrientes de hasta un cuarto de nudo. Con corrientes fuerte el conjunto agente/petróleo será arrastrado en la dirección de la corriente. Estos agentes también pueden impedir el petróleo contra el arrastre ejercido por vientos de 2 a 5 nudos. A mayores velocidades el sistema agente/petróleo derivará en la misma dirección del viento.

Aun cuando los agentes recolectores superficiales tienen, sin lugar a dudas, un rol importante en los futuros sistemas de control y limpieza de derrames de petróleo, son poco efectivos en petróleos viscosos, combustibles pesados, petróleos expuestos al tiempo y emulsiones de agua en petróleo y cuando hay mal tiempo.

Cuando los agentes recolectores superficiales se usan en el mar, en las concentraciones recomendadas, parecen no causar efectos dañinos a la vida marina. En tierra, si se aplican sobre la playa tenderán a prevenir la contaminación por petróleo evitando y retardando la penetración en la superficie tratada y de esta manera la tarea de limpiar se simplificará. Existe poca información respecto al efecto que este tratamiento pueda tener sobre la vida marina intermareal.

Los agentes recolectores superficiales necesitan ser almacenados en lugares cuyas temperaturas fluctúan entre 10 y 27°C; se solidifican bajo su punto de fluidez que es alrededor de 2°C. Cuando se aplican estos agentes se debe utilizar ropa de protección para prevenir el contacto con la piel; los operadores deben evitar respirar los gases que desprenden. La Agencia de los Estados Unidos para la Protección del Medio Ambiente (EPA), ha autorizado la reaplicación de estos agentes recolectores superficiales cada 6 horas, pero no más de 3 veces en un período de 24 horas.

Por supuesto, aun cuando un agente recolector superficial sea efectivo no constituye un tratamiento completo. Su uso debe ser complementado con una adecuada operación de remoción del petróleo.

QUINTA PARTE

8.5 EQUIPO AUXILIAR PARA EL CONTROL DE DERRAMES DE PETROLEO

8.5.1 Bombas

La disponibilidad de bombas adecuadas es algo primordial si se pretende tener éxito en la recuperación de petróleo, ya sea con sistemas de aspiración o sistemas de recolección. Un número de factores debe ser considerado cuando se elige una bomba, aun cuando hay que reconocer que en una situación de emergencia la bomba ideal es muy difícil de obtener y a veces hay que improvisar:

- a) Debe haber una aspiración adecuada para el uso que se quiere dar a la bomba. Si el petróleo crudo es volátil la bomba debe ser colocada muy cerca de la superficie del agua, ya que la carga de aspiración para el petróleo crudo es solamente de 3,3 mts., comparado con 10 mts. para el agua. Si el petróleo crudo es viscoso las limitaciones en la aspiración pueden ser también importantes.
- b) Debe haber una carga de entrega adecuada. Esto está determinado por la distancia vertical entre la bomba y la descarga del líquido, además de la resistencia en la manguera o cañería. Así, se deben considerar el diámetro y el largo de la manguera de entrega, la viscosidad del petróleo y el nivel de salida de la descarga.
- c) La bomba debe tener una capacidad adecuada para remover la cantidad de petróleo recolectado.
- d) La bomba debe evitar, en lo posible, la emulsificación del agua y del petróleo.
- e) La bomba debe ser resistente al roce con arena, sargazos u otros elementos flotantes. Puede colocarse una rejilla para evitar partículas grandes, pero esta rejilla debe poder sacarse con facilidad.
- f) La bomba debe ser autocebante, ya sea para una partida más fácil o por una posible entrada de aire por mala operación del recolector o de la aspiración.
- g) La bomba no debe resentirse cuando trabaje en vacío por cortos períodos, ya que puede aspirar aire.

Existe una gran variedad de diferente tipos de bombas, que pueden ser clasificadas en las siguientes categorías:

i) Bombas recíprocas (a pistón)

Estas son autocebantes, capaces de entregar a alta presión y no propensas a formar emulsiones. Por otro lado, son muy pesadas y entregan un flujo pulsante.

ii) Bombas de diafragma

Las bombas de diafragma son resistentes a la obstrucción, aun cuando haya materiales absorbentes presentes. No son propensas a formar emulsiones pero tienen bajo rendimiento.

iii) Bombas rotatorias

Estas son autocebantes, compactas y entregan un flujo no pulsante. Son adecuadas para petróleos viscosos, pero algunos tipos son propensos a formar emulsiones. También son sensibles a los sólidos, como arena por ejemplo.

iv) Bombas centrífugas

Las bombas centrífugas son livianas de peso y debido a su alta velocidad y flujo continuo son apropiadas para operar con grandes volúmenes. Lamentablemente, la capacidad de bombeo es sensible a la contrapresión, son propensas a formar emulsiones y por lo general no son autocebantes.

v) Eductores

Los eductores utilizan un chorro de agua o vapor para inducir la acción de bombeo.

No tienen partes móviles, pero la capacidad de bombeo es poca. Aun más, el líquido que está siendo bombeado se mezcla con el fluido utilizado para el bombeo y si esto ocurre aumentarán los problemas de almacenamiento de agua. Son autocebantes.

vi) Equipos de vacío

El principio de las aspiradoras de vacío puede ser utilizado para remover el petróleo desde la superficie del agua. El medio de transporte es aire, el cual lleva el petróleo como gotas. La ventaja de este sistema es que la carga de aspiración no está limitada por la carga de aspiración teórica de un líquido específico. El vacío se forma con bombas de vacío o por condensación del vapor.

8.5.2 Mangueras

Las mangueras de conexión no sólo se necesitan para acoplar la aspiración de la bomba sino además para acoplar la bomba hacia el depósito de almacenamiento. La manguera entre el extremo de aspiración, la bomba flotante y la embarcación debe ser lo suficientemente larga para absorber los movimientos del buque y del equipo. Las mangueras de conexión deben tener, de preferencia, coplas estandarizadas para evitar demoras, pero puede ser necesario improvisar en situaciones de emergencia. Las mangueras deberán tener flotadores para reducir el peso mismo de la manguera o del resto del equipo. En algunos casos esto es esencial si se pretende que el recolector trabaje satisfactoriamente.

8.5.3 Almacenamiento

De nada serviría el tener bombas y el equipo complementario si no hay donde depositar el petróleo que es recuperado. Todo tipo de depósito es útil, incluyendo tambores y contenedores plegables. Estos últimos reducen el problema de manejo y hay disponibles en tamaños de hasta 3.000 lts. (Ver figura 8-3 y fotos 8-7 y 8-8).



FOTO 8-1 - Recuperación manual de sorbente impregnado con petróleo,
en una corriente de agua

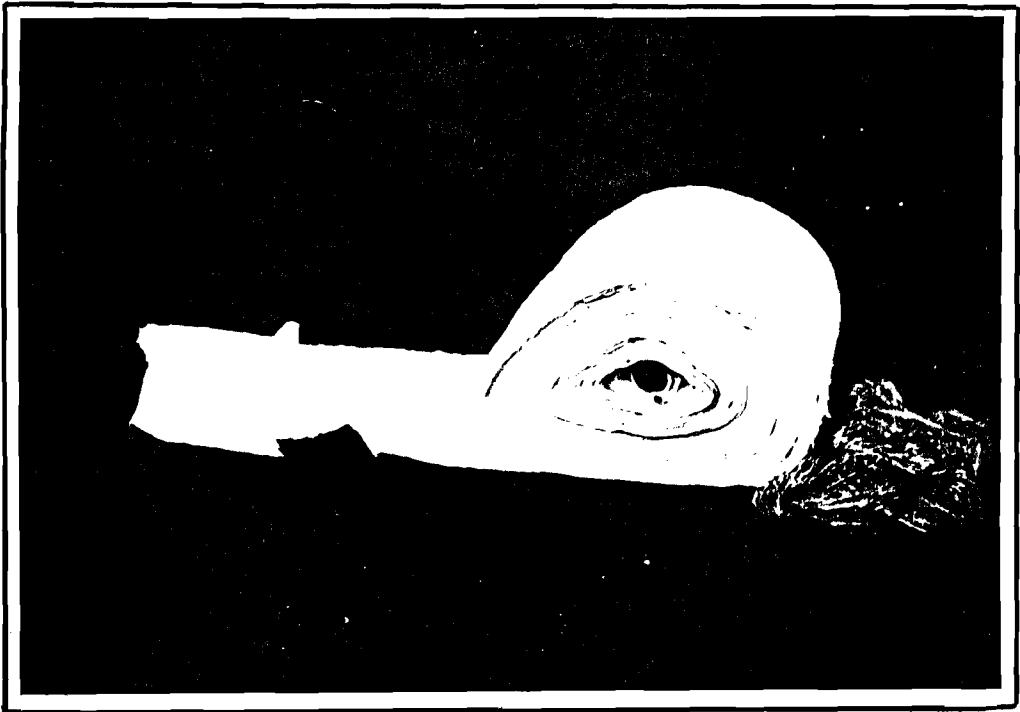


FOTO 8-2 - Rollo de material absorbente

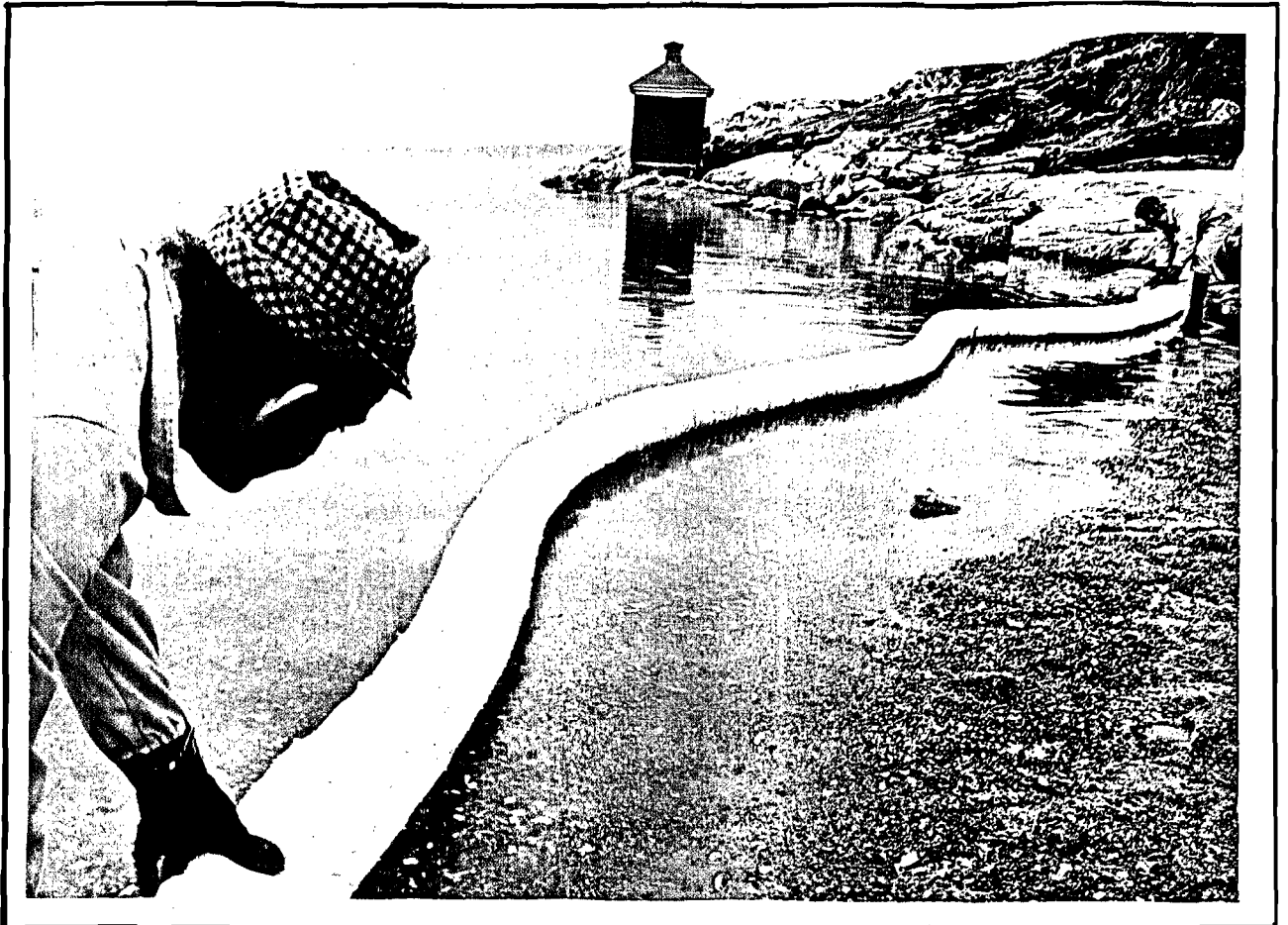


FOTO 8-3 - Barrera de material absorbente artificial

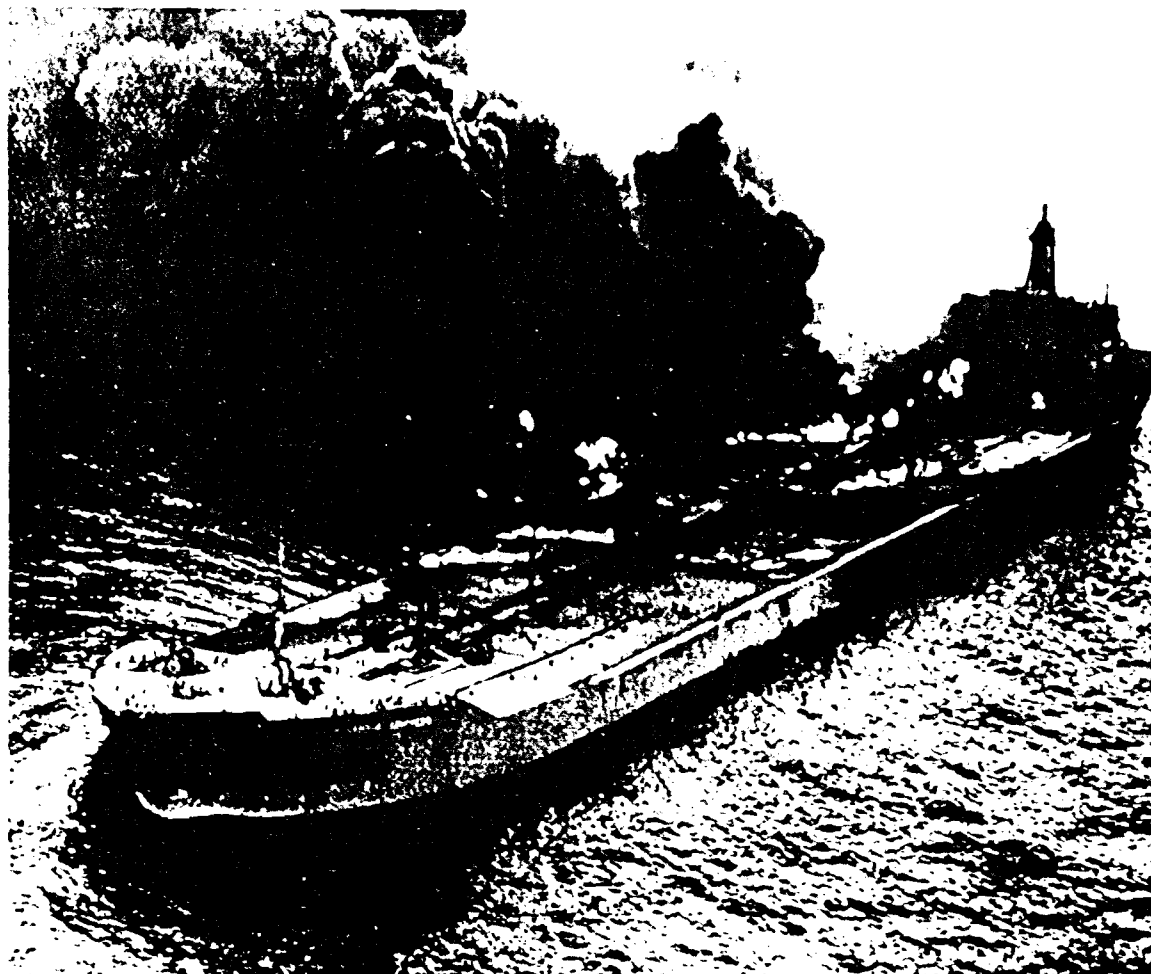


FOTO 8.4 - Petróleo Crudo quemándose en el buque-tanque ATLANTIC
EMPRESS

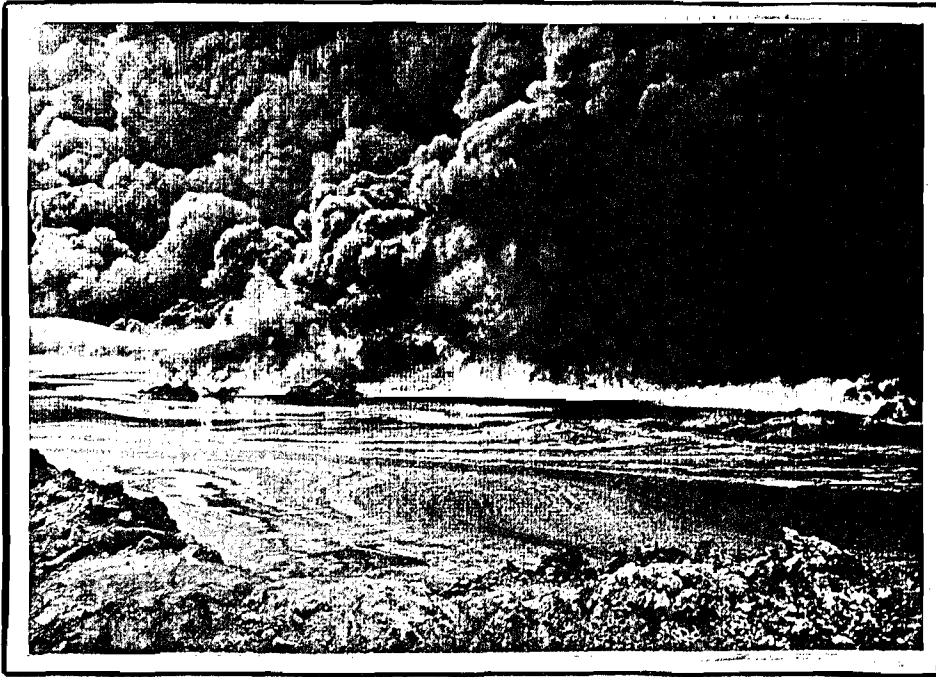


FOTO 8-5 - Petróleo derramado quemándose en el agua

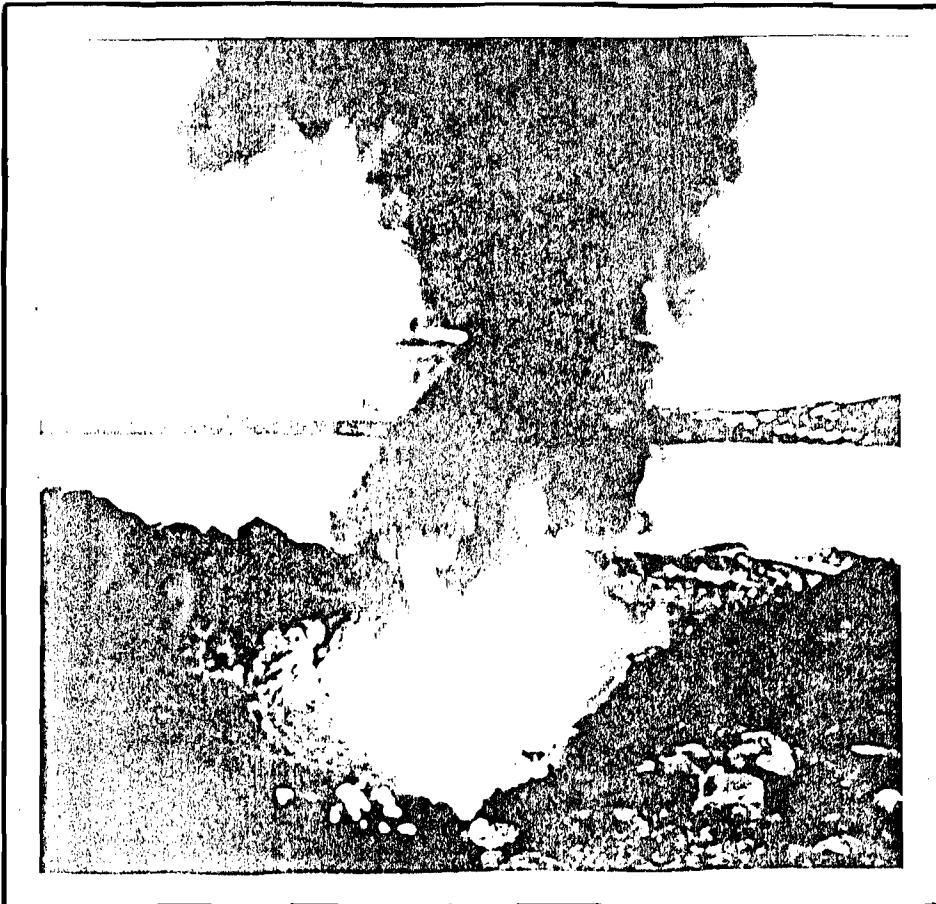


FOTO 8-6 a La quema de petróleo en tierra es más fácil que en el mar

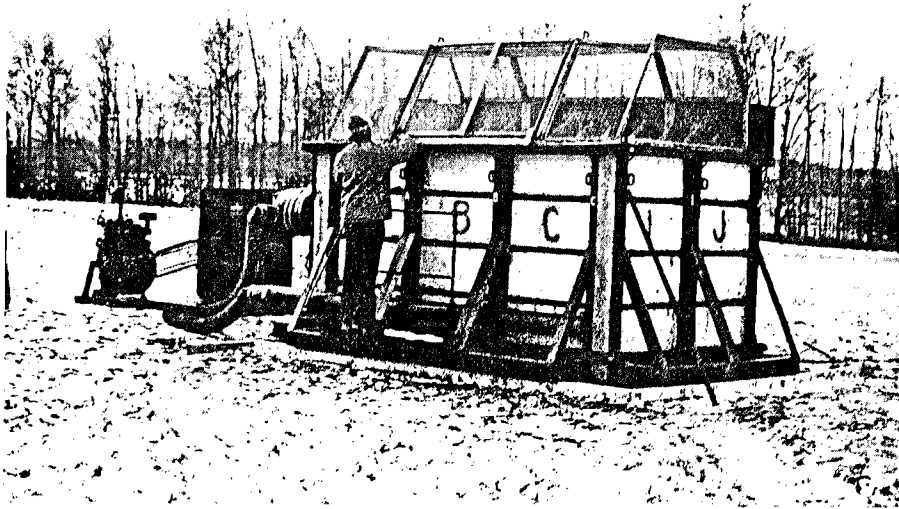


FOTO 8-6 b - Incinerador ensamblado y listo para usarse

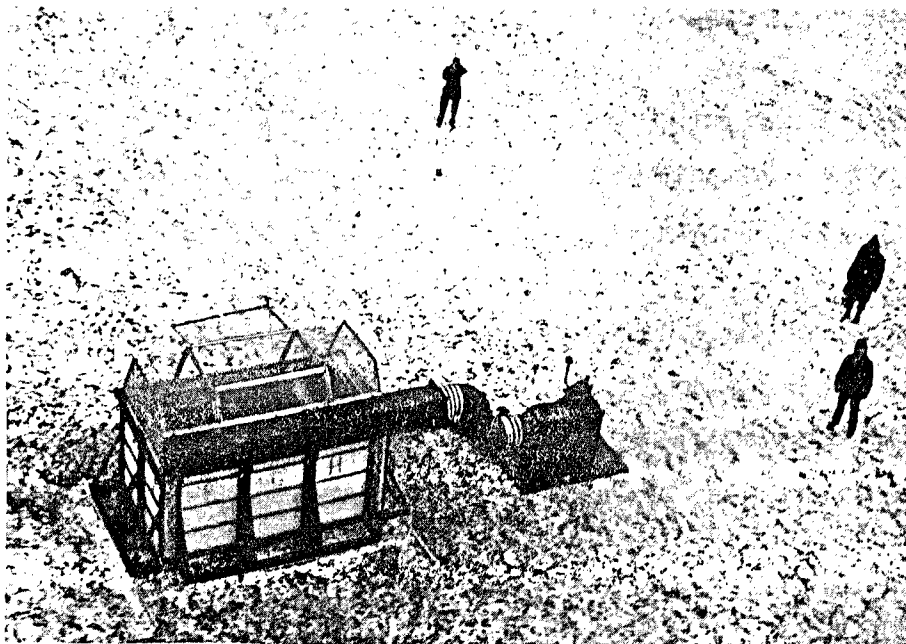


FOTO 8-6 c - Vista del incinerador desde un helicóptero

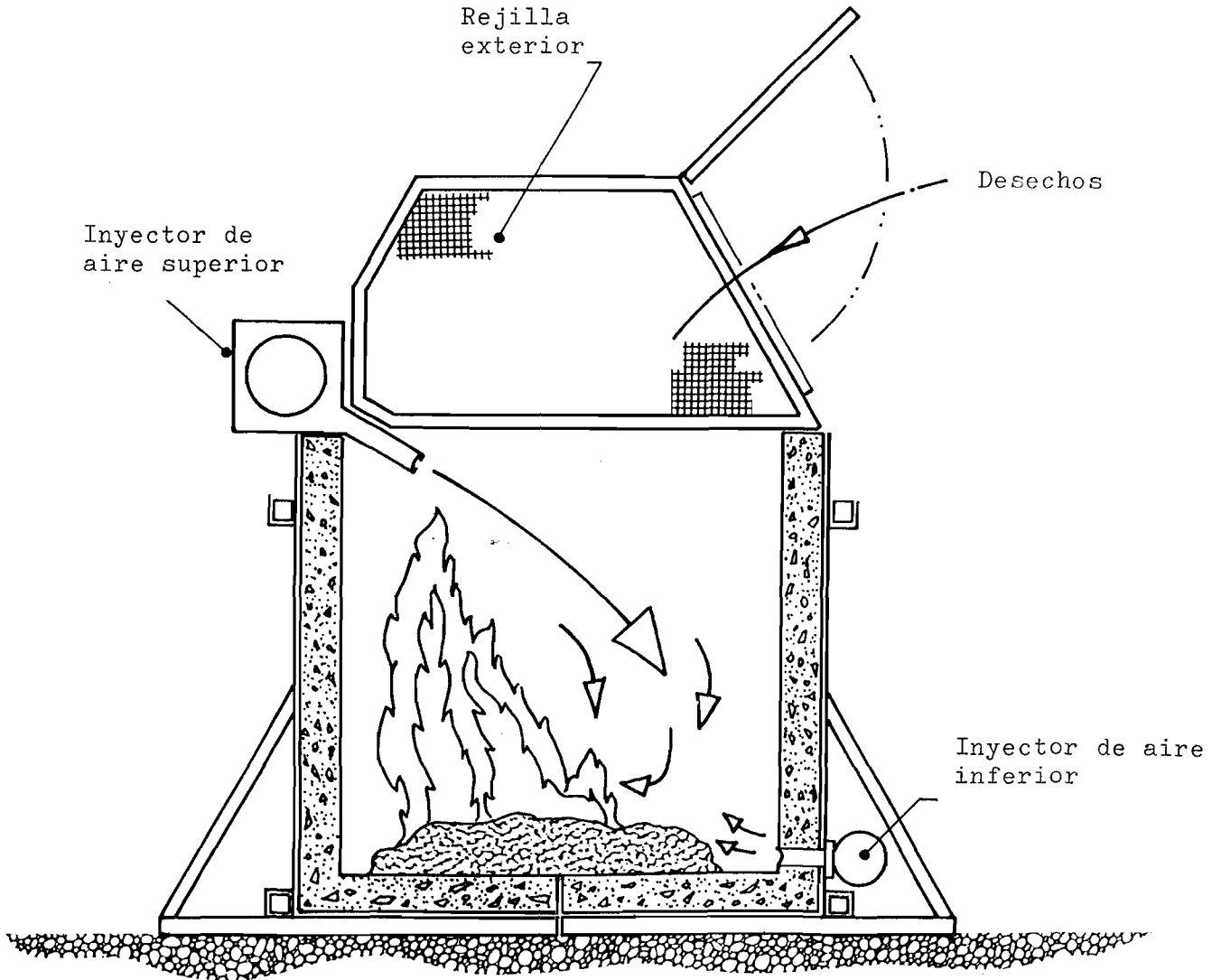


Figura 8-1 - Esquema de un modelo de incinerador portátil para desechos de derrames de petróleo

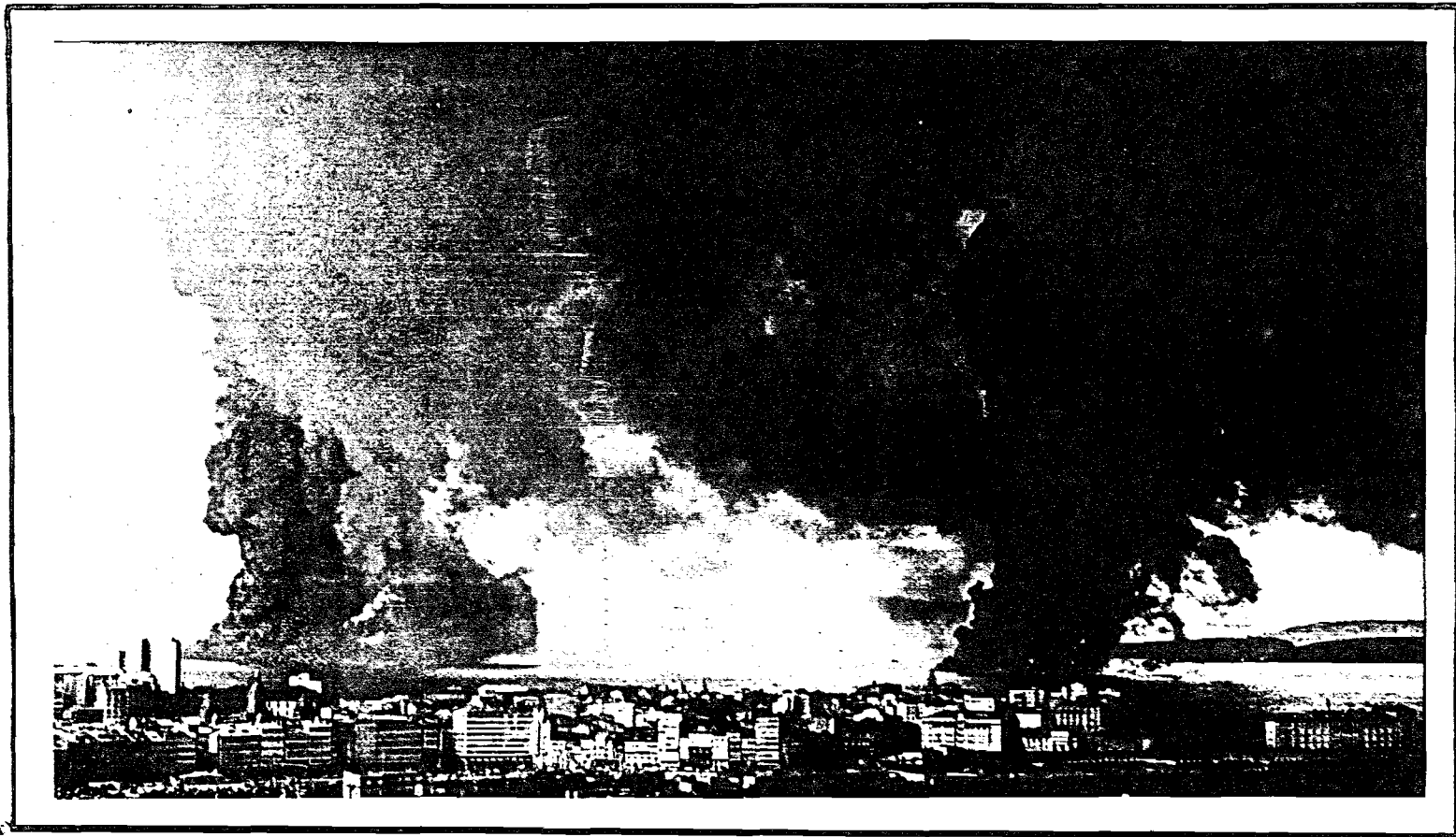


Foto 8-6 d Petróleo quemándose en el derrame del buque-tanque Urquiola, La Coruña, España - 12 de mayo de 1976.

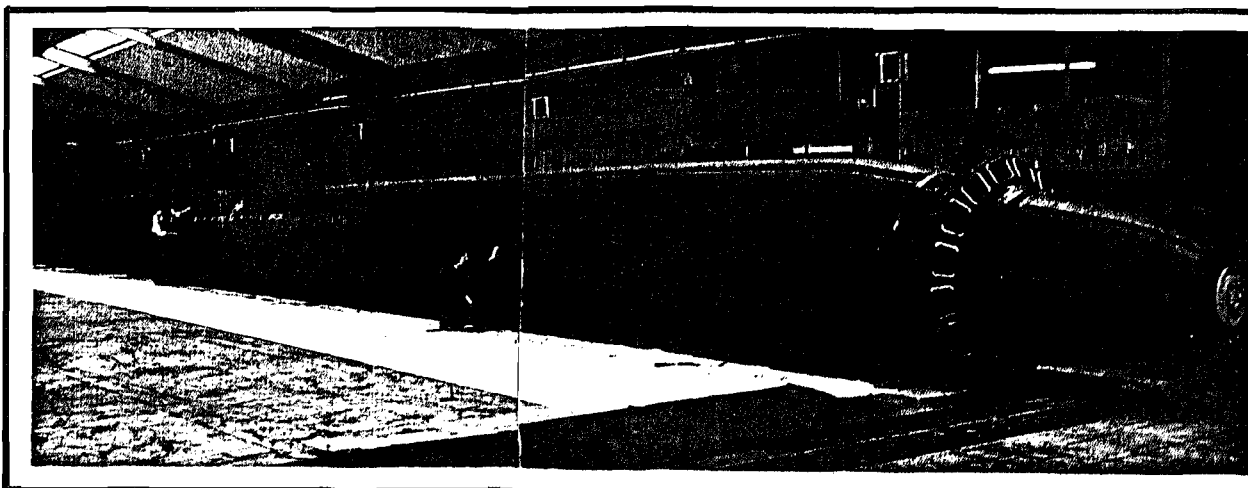


FOTO 8-7 - Contenedores plegables para almacenamiento temporal de petróleo



FOTO 8-8 - Contenedores plegables para almacenamiento temporal de petróleo

CAPITULO 9
LIMPIEZA DE COSTAS Y PLAYAS

PROTECCION Y RESTAURACION DE LA LINEA DE COSTA9.1 Introducción

Casi siempre el petróleo derramado en el mar es llevado hacia la costa por el viento, las olas y la corriente. Existe ciertamente una correlación entre la cantidad de petróleo derramado y el grado de contaminación de la costa. Una aproximación de esta observación es la siguiente:

- 1.- Un derrame inferior a 250 barriles no contaminará más allá de 10 millas de costa.
- 2.- Un derrame entre 250 y 2.500 barriles contaminará menos de 100 millas de costa.
- 3.- Un derrame superior a 2.500 barriles puede contaminar más de 100 millas de costa.

La clasificación anterior no es exacta debido a que la estadística disponible sólo es aproximada. Por supuesto, se pueden hacer mejores predicciones si se toma en cuenta el tipo de petróleo y la dinámica del mar a lo largo de la costa. Hay casos donde el petróleo ha derivado hacia alta mar y ha sido dispersado naturalmente sin contaminación de la línea de costa. Otros han afectado cientos de millas de costa.

9.2 Características de la costa.

La terminología de la línea de costa y algunas características de las playas están ilustradas en la Fig.9.1. Costas con diferentes materiales, (arena, grava, roca), generalmente resultan en diferentes perfiles de costa. Los principales tipos de perfiles de costa están ilustrados en la Fig.9.2.

Existen notables diferencias entre las costas de cascajos, costas de arena gruesa y costas de arenas finas. La típica costa de cascajos tiene una loma en la parte superior donde las olas han apilado el cascajo, en algunas oportunidades hasta 20 pies sobre la marea alta normal. Las costas de arena gruesa son blandas lo que dificulta el caminar y el tráfico de vehículos. Las costas de arena fina difieren de las otras principalmente por tener unos declives muy suaves en la zona contigua a la línea de costa. La arena es dura y compacta en esta parte de la playa y lo suficientemente resistente para soportar el tráfico de vehículos.

Los materiales de la línea de costa pueden clasificarse en arena, cascajos (piedras de hasta 2 1/2 pulgadas de diámetro), en guijarros (piedras de un diámetro superior a 2 1/2 pulgada) y piedras. Sin embargo, debe tenerse presente que la línea de costa puede cambiar en composición de acuerdo a la época del año y con el tiempo. El tipo de costa debe

//..

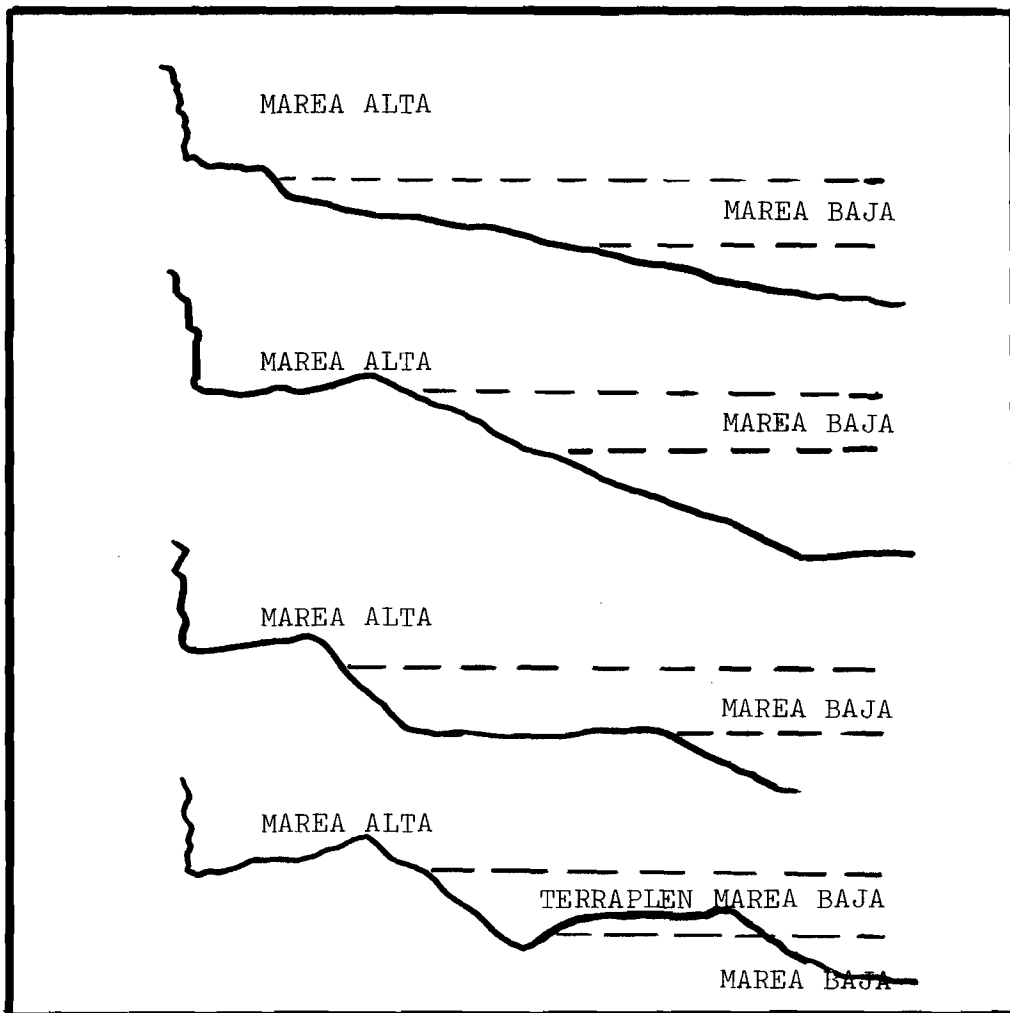


FIGURA 9.1 - PRINCIPALES TIPOS DE PERFILES DE PLAYAS

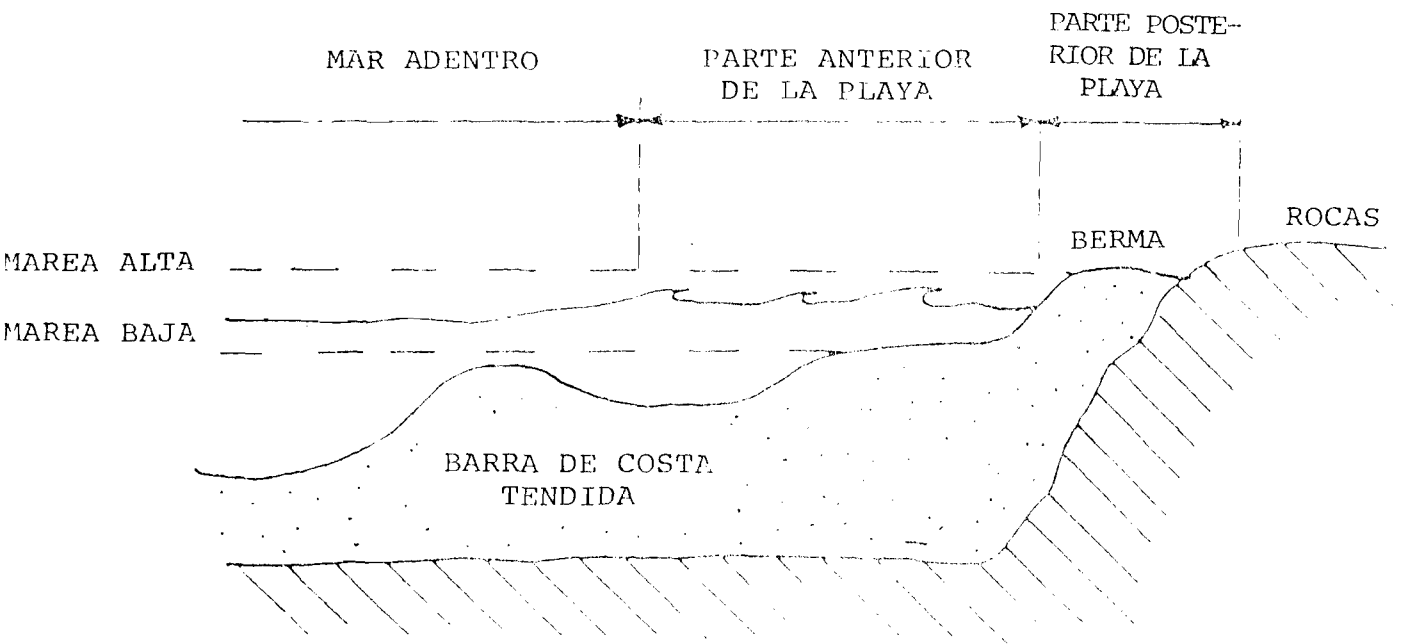


FIGURA 9-2 - TERMINOLOGIA Y ALGUNAS DE LAS CARACTERISTICAS DE LOS BORDES DE PLAYAS

ser conocido con antelación para una adecuada y oportuna acción de protección y restauración.

9.3 Efectos del petróleo en la línea de costa.

Cuando el petróleo contamina una playa arenosa no ocurre sólo un tipo de contaminación. Esto depende del tipo de petróleo, de su permanencia en el mar, de la temperatura ambiente, del tiempo que el petróleo ha permanecido en la playa y del tipo de material de la playa. Aquellos petróleos que han estado durante mucho tiempo en el mar llegarán a la playa en forma de gránulos o en betas y pueden ser removidos por un limpiador mecánico de playas. Otros tipos de petróleos (especialmente los crudos), que han permanecido en el mar durante un período largo de tiempo, forman emulsiones de agua en petróleo que tienen cierta similitud con la mantequilla y que se parecen al "chocolate mousse". Mientras permanecen en la playa estas emulsiones son alteradas por la acción del medio y la acción biológica. Quedan como masilla y finalmente se quiebran. Este tipo de contaminación también puede ser eliminada con un limpiador de playa o con un arneador de arena. Los petróleos crudos penetrarán la arena, cubrirán las partículas de arena y llenarán algunos de los espacios vacíos debajo de la superficie.

Los materiales de la playa varían enormemente de

//..

acuerdo a cómo el petróleo puede empaparlos. Algunas arenas son difíciles de empapar con petróleo en presencia de agua, mientras que otras son rápidamente empapadas. En consecuencia, cuando una playa es contaminada con petróleo puede existir una situación bastante compleja, ya que ocurren varias formas de contaminación. Aquellos procedimientos de limpieza que no consideran la totalidad del espectro de contaminación no tendrán éxito.

9.4 Protección de la línea de costa

Barreras físicas.

Es mucho más fácil limpiar una playa si el petróleo ha sido detenido en o cerca de la línea de agua. Un método efectivo para proteger la playa de la embestida de contaminación por petróleo es construir una berma de arena de aproximadamente 3 pies de altura. Para ello se puede utilizar equipo mecanizado para remover tierra si esto no es posible en forma manual. Esta berma artificial debe quedar a lo largo de la marca de alta marea para proteger la arena seca arriba de la zona intermareal. Si la marejada que rompe es violenta o muy activa o si hay una alta marea normal, la berma artificial puede ser destruída. De ahí entonces que la berma artificial sólo será efectiva si la rompiente es moderada y el tiempo está calmo.

Capas y sábanas de sorbentes.

Si hay tiempo suficiente entre la notificación de un derrame de petróleo y su aproximación a la línea de costa se pueden utilizar capas y sábanas sorbentes para disminuir el daño. Los sorbentes comerciales y la paja absorberán muchas veces su propio peso en petróleo. Para una mayor efectividad los materiales sorbentes deben ser colocados a lo largo de las marcas de baja marea a medida que la marea y el petróleo suben hacia la playa. Algunos fabricantes suministran las sábanas de sorbentes en rollos que pueden ser rápidamente extendidos sobre la playa. Si se usa paja, ésta debe ser utilizada y mezclada con el petróleo por la acción natural de las olas o por medios mecánicos. Cuando se aplican capas de sorbentes debe considerarse la disposición final de los sorbentes empapados en petróleo.

Revestimiento superficial.

Para reducir la penetración del petróleo en el material de la línea de costa se puede cubrir la playa con un revestimiento impermeable. Agentes de revestimiento, plásticos o con apariencia de plástico, protegen el material inferior de la playa. El petróleo permanecerá en el agua o sobre la superficie de la playa dependiendo de la acción de la marea.

Agentes químicos.

Una variedad de agentes químicos han sido considerados como un medio para reducir el impacto del petróleo que llega a la línea de costa. Esto se ha hecho a través de estudios de laboratorio y actualmente se pueden obtener comercialmente sin mayor dificultad. Dependiendo si son concentrados o no pueden aplicarse directamente sobre la superficie de la playa (zona de rompientes) o diluido en agua en una solución al 1 o 2%.

Agentes de superficie.

Algunos agentes de superficie pueden ser aplicados sobre la costa antes que el petróleo llegue a la playa. Se pueden aplicar directamente en la línea de costa o en el agua entre el petróleo y la costa.

La efectividad de estos elementos es de corta duración y puede ser necesario efectuar otras aplicaciones. No existen problemas de limpieza porque la dispersión ocurre rápidamente. Los productos químicos son de una muy baja toxicidad necesitándose sólo cuidado en su aplicación.

Acetato de polivinilo.

Este elemento puede ser aplicado en forma pulverizada sobre la línea de costa produciendo una película como una

//..

barrera sólida. El revestimiento debe estar seco para que sea efectivo, de ahí que la lluvia o la acción de las olas puede ser muy perjudicial. Esta película ha demostrado ser efectiva para prevenir la impregnación o la permeabilidad, es sumamente estable y puede durar varios días, aun bajo la acción de las olas, (una vez que la película está seca). Esta película no es tóxica al ambiente marino pero puede ser demasiado persistente para aplicarla en áreas de recreación.

Vidrio soluble.

Las soluciones de vidrio soluble, silicato de sodio en agua, pueden ser aplicadas a la línea de costa produciendo un recubrimiento vidrioso o gelatinoso. Estos son revestimientos de mucha duración y que pueden ser especialmente efectivos en costas rocosas. Sin embargo, el silicato de sodio produce una excesiva alcalinidad del agua lo cual puede ser perjudicial para la vida acuática. Esta película sólo es efectiva si puede secarse antes que el petróleo entre en contacto.

Gomas de polisacarido/Xanthan.

Estas pueden ser aplicadas a la línea de costa en una solución de agua. La película debe ser dejada secar y el siguiente contacto con el agua producirá un film oleofílico. Sin embargo, esta película puede ser rápidamente sacada por la acción de las olas y tiene muy poca durabilidad. Es efectivo

//..

durante el período de persistencia. Estas películas no son tóxicas.

Agua.

Es interesante saber que el petróleo no impregnará o penetrará la línea de costa si está mojada. Luego, el agua puede ser utilizada en algunas ocasiones con cierta efectividad. Un sistema de rociadores con un flujo suficiente de agua mantendrá una contracorriente continua de agua mojando el área de la línea de costa y devolviendo el petróleo hacia las rompientes. Obviamente, esta es una medida temporal. Probablemente este método sólo es aplicable en pequeñas áreas debido a la dificultad para instalar un sistema adecuado para una zona más extensa.

9.5 Restauración

Los procedimientos de limpieza no sólo dependen de los tipos de playa sino de la extensión y del tipo de contaminación por petróleo. Para la limpieza de playa lo más importante son las propiedades del petróleo y la forma como

//..

llega éste a la playa. El petróleo liviano que ha estado ex puesto al tiempo, por ejemplo, puede mostrar algunas características muy cercanas a las de los petróleos crudos, debi do a la evaporación de los componentes volátiles. Generalmente, los petróleos livianos tienden a penetrar más fácilmente la superficie de la playa y, por supuesto, esto resulta en una mayor cantidad de material contaminado que debe ser removido. Por otro lado, parte del petróleo liviano desaparece por eva poración.

Restauración natural.

La acción natural del viento, la lluvia, las olas y el sol junto con la degradación química y biológica pueden ser ayudas efectivas en la remoción del petróleo. A menudo, se ha dicho que la naturaleza es el mejor agente de limpieza del mundo. Sin embargo, lo que la naturaleza no puede remover lo cubre. La arena movida por el viento y el movimiento adicional de las playas tienden a cubrir el petróleo con taminado, pero esta acción natural no puede ser aceptada co mo un método alternativo de limpieza.

Métodos y equipos para restauración de la costa.

Básicamente, los métodos utilizados para restaurar las playas incluyen la remoción de los sedimentos contaminados y su reemplazo con materiales semejantes o la dispersión

//..

del contaminante o materiales contaminados.

9.6 Procesos de limpieza

Limpieza química.

Los detergentes remueven con efectividad el petróleo desde la arena y las rocas, pero un uso inadecuado puede resultar en la emulsión del petróleo, y tiende a filtrarse hacia la estructura de la playa, aumentando el grado de contaminación y haciendo mucho más difícil el problema de la limpieza final de la playa.

Limpieza con vapor.

El vapor y el agua caliente, han sido utilizados para remover el petróleo de la superficie desde las partes visibles de las rocas. El petróleo es desprendido con el chorro y cae a un nivel más bajo donde eventualmente será disipado por la acción del mar. Pueden utilizarse barreras para contener el petróleo y el petróleo eliminado puede ser recolectado desde la superficie del agua utilizando elementos para recuperar petróleo desde la superficie. Normalmente este proceso dejará una capa negra de residuos de petróleo sobre la superficie de las rocas y puede afectar localmente la biota que vive en esa superficie.

Arenado.

El arenado, (sandblasting), también ha sido utilizado para remover petróleo, especialmente desde costas rocosas. Este método es lento, pero quizás sea el único proceso que efectivamente remueve el petróleo que está adherido en las grandes rocas. Para reducir al mínimo el arenado, el exceso de petróleo debe ser removido primero por procesos hidráulicos.

Limpieza hidráulica.

La limpieza hidráulica con mangueras de alta presión puede ser utilizada para remover el petróleo desde los muelles o pilotes y desde las superficies rocosas.

Entierro en el lugar.

Grandes cantidades de petróleo de poca penetración pueden ser movidos manual o mecánicamente y depositados en fosas en la parte posterior de la playa. Cuando existe una contaminación ligera muy extendida puede utilizarse equipo mecanizado para descontaminar la playa, generando con ello una mayor evaporación o permitiendo una degradación biológica, además de disminuir el saldo de materiales contaminados a una proporción aceptable.

9.7 Procesos de Remoción

Absorción.

Los sorbentes, tales como la paja, son muy beneficiosos cuando son depositados antes de que llegue el petróleo que flota en el agua. Tienden a recolectar el petróleo y a evitar su penetración profunda en la arena, facilitando de esta manera la limpieza. Los sorbentes pueden complicar los procesos de recuperación al producir fallas en bombas y filtros. En áreas rocosas, la paja y otros sorbentes pueden amontonarse entre las rocas y hacer mucho más difícil la re moción del petróleo. El material sorbente es, en cierta medida, una forma de contaminante y debe ser removido de la superficie de la playa.

Remoción manual y mecánica.

Un alto porcentaje de la remoción de la contaminación por petróleo puede ser hecha manualmente o con equipo mecanizado. En muchos casos, el volumen o peso de la arena u otros materiales removidos ha sido grande. Normalmente, la remoción manual se usa en áreas con poca contaminación y la remoción mecánica se usa en áreas con una gran contami nación. Frecuentemente, cuando existe una contaminación ligera o moderada en una gran extensión de playa, se utiliza una combinación de ambos procesos.

//..

La remoción manual del petróleo es efectiva cuando la contaminación es cohesiva y puede ser removida con rastrillos o palas. Como promedio un hombre puede remover entre 50 y 80 kilos de residuos por hora. La remoción manual se utiliza, normalmente, en áreas rocosas, y alrededor de los charcos que se forman cuando baja la marea y donde el equipo mecánico no puede operar. También debe considerarse para la limpieza de una playa remota que sea inaccesible para el equipo motorizado.

Debido a su efectividad y al relativo elevado costo de la mano de obra, los sistemas mecánicos deberán ser utilizados para la limpieza de playas tanto cuanto sea posible. La efectividad en la limpieza de la playa de estos tipos de equipos depende de la playa comprometida. Prácticamente, casi todos los equipos mecanizados han sido probados en operaciones de limpieza de playas. Algunos son totalmente ineficaces y ninguno es ideal para todas las situaciones. Una cantidad de estos equipos que pueden considerarse eficientes para las operaciones más comunes de limpieza de playas pueden incluir motoniveladoras, cargadores frontales, bulldozers, retroexcavadoras, y otros.

El material contaminado que se remueve desde la playa debe llevarse a un sitio de disposición predetermina-

//..

do, donde pueda ser limpiado o depositado en forma permanente.

Limpieza de la arena en el mismo lugar.

La arena puede ser limpiada en el lugar mismo depositándola en pozos cerca de la playa. La arena se hundirá en el fondo y el petróleo flotará hacia la superficie desde donde puede ser recolectado mecánicamente. Algunos productos químicos pueden ayudar en este proceso modificando la tensión superficial del petróleo haciendo que la separación del sólido con el petróleo sea más fácil.

Biodegradación.

El petróleo está sujeto a una biodegradación natural por bacterias, la que más bien es lenta. Este proceso puede ser acelerado introduciendo bacterias de reconocida capacidad para atacar el petróleo, pero se necesita una extensa remoción de la arena y del suministro de ciertos nutrientes.

Combustión.

Muchos intentos se han hecho para quemar el petróleo en tierra. Este tipo de remoción ha demostrado ser impracticable, habiéndose intentado con la ayuda de agentes de encendido, lanzallamas y varias mezclas de kerosene y gasolina, con poco o ningún éxito. Pequeños charcos de petróleo crudo fresco o liviano pueden ser quemados con éxito si sus fraccio

//..

nes livianas aún no se han evaporado, pero esta es una operación titánica y no se recomienda para limpieza de derrames grandes. El humo y los olores que resultan de quemar el petróleo presenta, a menudo, un problema en el área de limpieza. Las llamas de alta intensidad que han sido utilizadas para remover el petróleo adherido a las rocas causan peligro para la operación y puede resultar en una desfiguración del ambiente.

CAPITULO 10
ALMACENAMIENTO, REUTILIZACION Y ELIMINACION
DEL PETROLEO Y RESIDUOS CONTAMINADOS

10.1 INTRODUCCION

La contención y la recolección del petróleo no representan el total de la operación que sigue a un derrame de petróleo. Una vez completadas estas tareas se presenta el problema de disponer del petróleo derramado. El mejor método para manejar el petróleo derramado es pagarle a alguien para que disponga de él, lo venda a alguien que trabaje con residuos o lo devuelva a una refinería para su reproceso. No hay información de problemas con el reproceso de petróleos que han estado en contacto con agentes de control de derrames de petróleo. La disposición final del petróleo puede tomar dos formas enterrarlo o quemarlo. Para la operación de reproceso de la mezcla de agua-petróleo recolectada debe ser previamente almacenada y finalmente el agua y el petróleo separados.

10.2 DISPOSICION DEL PETROLEO DERRAMADO

10.2.1 Combustión

Las manchas de petróleo que están flotando son difíciles si no imposibles de quemar, aun cuando pudiera intentarse con ayuda de materiales altamente combustibles. Esto es realmente cierto sobre todo si el encendido se intenta algún tiempo después que el derrame ha ocurrido. Después de un lapso corto de tiempo las fracciones livianas tienden a perderse por evaporación en la atmósfera. Además, a medida que el petróleo se extiende la capa se va haciendo más delgada y comienza a quebrarse y a emulsificarse. Cuando las fracciones livianas han desaparecido el encendido es muy difícil o imposible de realizar. Con manchas de petróleo de poco espesor pierde tal cantidad de calor hacia el agua que es muy difícil mantener la combustión. A menos que se tenga una capa relativamente gruesa la quema del petróleo es una solución práctica, no obstante, es comentada aquí porque en alguna ocasión pudiera ser útil.

10.2.2 Disposición de basura

En un derrame de petróleo de cualquier tamaño se junta una considerable cantidad de basura empapada en petróleo, algas, maderas flotantes, vegetación, sorbentes, etc. Esto también debe ser manejado.

La recuperación y la restauración deben ser llevadas a efecto hasta el mayor grado posible. El material que está empapado en petróleo debe ser colocado en un contenedor impermeable o dejar que escurra la mayor cantidad posible. Este petróleo puede ser reprocesado o manejado de otra manera. Sin embargo, este

proceso no liberará el petróleo que toda la basura tiene adherido.

Tres técnicas básicas pueden utilizarse para disponer basuras empapadas. Estas son la repartición sobre la tierra, llevarlos a un basural o enterrarlos.

10.2.3 Repartirlos sobre la tierra

Esta técnica se base en que la mayoría de los suelos naturales, (incluyendo los desiertos o las tundras), hay muchas variedades de microorganismos, (estimados como en 100 especies de bacterias), capaces de descomponer los hidrocarburos del petróleo utilizándolos como alimentos. Esto resulta en una biodegradación natural.

La repartición sobre tierra puede efectuarse en aquellos lugares donde el suelo (capa vegetal) tiene suficiente profundidad, entre 12 y 20 cm., y donde los residuos no excedan de un 6%. Un residuo excesivo resultará en un drenaje del petróleo y esto puede resultar en una contaminación del agua subsuperficial.

La parte superior del suelo debe ser abierta y deben agregarse algunos acondicionadores del suelo. Estos pueden incluir cal para ajustar el pH y algunos fertilizantes complementarios especialmente nitrógeno, (en la forma de urea o de nitrato de amonio), y fósforo, (fosfatos). La basura empapada debe ser extendida en la superficie a una profundidad de 2 a 12 cm. y dejarla expuesta al tiempo hasta que aparezca estar seca. Para evitar cualquier escape del petróleo durante este período el área debe ser rodeada por una berma para contener cualquier líquido que aparezca. Después de que esta basura ha secado debe ser mezclada cuidadosamente con la tierra, utilizando para ello maquinaria agrícola convencional. Después de este proceso no debe quedar evidencia de que esta basura está mezclada con la capa vegetal del suelo. La tasa de biodegradación aumentará si esta área es mezclada periódicamente y se le agregan algunos fertilizantes.

Una repartición sobre la tierra, debidamente planificada y ejecutada para la disposición de estas basuras, será ventajoso para las futuras operaciones agrícolas debido al enriquecimiento del suelo.

10.2.4 Depósito de un basural

En muchas áreas del mundo, los basurales son lugares comúnmente utilizados para disponer residuos sólidos, ya sean industriales o municipales.

Un basural bien operado proporciona el medio para la disposición de residuos con un mínimo de contaminación, de infección, y la tierra puede ser utilizada con cierto provecho después de algunos años cuando el basural haya cesado su función

Las materias que pueden ser motivo de preocupación cuando se deposita basuras contaminadas con petróleo en un basural, básicamente son los mismos que se aplican a cualquier otra forma de residuo sólido. El principal punto de preocupación es que no exista la posibilidad de un drenaje desde el basural, ya sea líquidos depositados ahí o por lavado con la lluvia, de manera que pueda contaminar la superficie o agua subterráneas. Es ventajoso mezclar lo más posible la basura contaminada con petróleo con otras no contaminadas.

10.2.5 Enterramiento

El enterramiento es algo muy similar al depósito en un basural, pero se utiliza donde no existen basurales para otros propósitos. El enterramiento puede ser sobre o bajo la tierra. En caso de enterramiento sobre la tierra debe tenerse cuidado de limitar las lomas a menos de un 4% para prevenir la erosión de la tierra vegetal utilizada para cubrir la basura. Tal como en el caso del basural el lugar del enterramiento debe consistir en capas alternadas de petróleo y basura. Nuevamente debe tenerse gran cuidado para asegurar que no habrá drenaje o filtración desde el lugar del enterramiento que pudiera contaminar el abastecimiento de agua.

10.3 ALMACENAMIENTO DEL PETROLEO RECUPERADO

Cuando se recolecta una mezcla de agua y petróleo, es necesario almacenar temporalmente este material hasta que pueda ser removido para un proceso posterior. Obviamente, cuanto mayor sea la cantidad de petróleo recuperado mayor será el problema de almacenamiento. De ahí, entonces, que el tipo de almacenamiento debe ser seleccionado considerando los riesgos de inflamabilidad o toxicidad de esa mezcla.

La capacidad del almacenamiento puede ser limitada bien por el volumen o por el peso. Frecuentemente, los carros de ferrocarril, los camiones y las embarcaciones están limitadas por el peso, mientras que los estanques fijos están limitados por el volumen. Cuando existen limitaciones en el peso o se teme que puedan existir, se deben calcular los límites de capacidad tanto en peso como en volumen para cada sustancia en particular. Esto es especialmente importante cuando el almacenamiento está destinado a sustancias más livianas que el agua.

10.3.1 Tipos de almacenamiento

Hay muchos tipos de contenedores que pueden ser utilizados para el almacenamiento de las emulsiones de petróleo y de la basura recuperada. El tipo dependerá, sobre todo, de la proximidad del derrame de petróleo a tierra. Si el derrame ocurre cerca de la costa se pueden utilizar diques de tierra, estanques de almacenamiento, camiones tanques. Derrames lejos de tierra requieren del uso de barcazas, de depósitos portátiles inflables, compartimentos de tanques, tambores o cualquier otro tipo de almacenamiento que sea útil en el mar.

10.3.2 Estanques de almacenamiento

En muchas circunstancias, los estanques de almacenamiento existentes pueden ser utilizados para almacenar las mezclas de agua y petróleo recuperados. Algunas aplicaciones típicas son las siguientes:

1. Estanques de muelle, utilizados para separar agua y petróleo.
2. Tanques para agua de lastre.
3. Tanques de residuos de las refinerías.

Si la mezcla de agua y petróleo puede ser llevada hasta el área del muelle, a menudo es posible utilizar los sistemas de cañerías y bombas para llevar el líquido hacia los estanques vacíos de la refinería. Algunas de las cañerías de gran diámetro, tales como las líneas de lastre, tienen capacidad para un volumen grande de agua y petróleo y pueden aportar un almacenamiento temporal adicional.

10.3.3 Tambores

El tambor normal tiene una capacidad de 55 galones lo que equivale a 7,35 pies cúbicos.

Está hecho de planchas de metal y es utilizado como depósito para una gran variedad de líquidos. Debe notarse que la capacidad normal de este tambor es un poco mayor que el barril standard que es de 42 galones. La tara de un tambor fluctúa entre 20 y 30 kilos.

Para manejar tambores de 55 galones se necesita equipo especializado como ganchos, horquillas y pallets. No existen tomadores manuales en cada uno de estos tambores por lo que el manejo

manual es difícil. Sin embargo, pueden ser apilados en posición vertical o en posición horizontal en forma de pirámide.

Los orificios de llenado y vaciado son generalmente pequeños y se necesitan mangueras y bombas para manejar el contenido. El llenado o vaciado por gravedad es un proceso lento.

Cuando se utilizan tambores usados debe tenerse presente el contenido original. Existe la posibilidad de una incompatibilidad peligrosa entre el petróleo y la sustancia anterior que había en el tambor. En especial, si el tambor va a ser modificado ya sea por soldadura o corte debe comprobarse la ausencia total de vapores explosivos.

10.3.4 Barcazas

Las barcazas pueden encontrarse en muchos tamaños y diferentes formas y pueden servir como contenedores de almacenamiento altamente prácticos. Las capacidades pueden llegar hasta 1.000 toneladas o más; estas son barcazas/tanques, barcazas tipo tolva, barcazas de cubierta y otros tipos especiales. Las barcazas/tanques son las más adecuadas para almacenar líquido, pero las barcazas tipo tolva pueden ser utilizadas para ciertos tipos de material recolectado, especialmente aquellos residuos que contienen una proporción grande de sólidos. Los estanques dobles de las barcazas de cubierta, si están subdivididos, pueden ser utilizados también para almacenar residuos.

En todos los casos la ventilación de los estanques debe ser cuidadosamente examinada y se deben determinar los riesgos inherentes a dichos vapores, especialmente si se usan con residuos volátiles. Deben prepararse medidas por el uso de máquinas de combustión interna y el riesgo de fumar y de chispas eléctricas.

Las barcazas pueden combinar las funciones de almacenamiento y de transporte en la recolección del petróleo; también pueden servir como plataforma de trabajo para el equipo de respuesta. El uso de estas barcazas implica, sin embargo, las exigencias de:

1. Remolcadores o embarcaciones de trabajo para movilizar amarras pesadas.
2. Bombas y mangueras para la carga y descarga.
3. Sistemas para remover los residuos y sólidos.

10.3.5 Camiones tanques

El camión tanque común es utilizado para distribuir productos de petróleo y manejar otros líquidos. Algunos están adaptados para transportar sólidos a granel. Algunos de estos camiones tienen una capacidad hasta 10.000 o más galones. Cabe hacer notar, sin embargo, que 10.000 galones de alguna substancia, como gasolina no es lo mismo que el de 10.000 galones de agua. Así si se transporta agua en un camión dedicado al transporte de gasolina pueden sobrecargarse los ejes por lo menos un 25%.

Cuando se considera la posibilidad de utilizar camiones/tanques en un derrame, los siguientes puntos deben tenerse en cuenta:

1. Disponibilidad de caminos de acceso a la vecindad del lugar del derrame.
2. Bombas y cañerías para llenar el camión.
3. Caminos de acceso para un proceso posterior o áreas de disposición final.
4. El número de camiones necesarios para lograr las tasas de recolección.

Para basuras y materiales semisólidos pueden utilizarse camiones tolva, aunque también pueden usarse camiones con camada plana y tambores.

10.3.6 Carros/tanques

Los carros tanques utilizados para el transporte de productos líquidos a granel puede llegar hasta una capacidad de 25.000 galones. Aun cuando estos carros tanques pueden ser adecuados para la recolección y transporte del petróleo recuperado, debe considerarse la disponibilidad de líneas de ferrocarril y los lugares donde el carro puede ser llenado y vaciado. Otra consideración es la necesidad de locomotoras para su movimiento. El uso de carros/tanques requiere de grandes esfuerzos de coordinación, planificación e itinerarios y debe disponerse de un apropiado sistema de transferencia y de manejo, así como del equipo auxiliar necesario.

Para semisólidos, basura y sólidos pueden utilizarse carros abiertos y carros tolvas; una operación completa puede requerir una variedad de diferentes carros de ferrocarril.

10.3.7 Diques de tierra

Frecuentemente es posible construir áreas de almacenamiento de petróleo en tierra construyendo diques. Las lagunas o piscinas formadas pueden ser construidas para almacenar una cantidad grande de líquido. Los diques son generalmente construidos de materiales obtenibles en el lugar mismo, con la ayuda de bulldozers, retroexcavadoras y equipo pesado de construcción similares.

Los diques simples de tierra pueden ser levantados rápidamente con el equipo normal de construcción. Frecuentemente pueden utilizarse depresiones naturales como una parte del encierro. Este tipo de depósito para grandes cantidades de material recolectado es muy apropiado para uso en emergencias, pero está sujeto a los siguientes problemas:

- a) La permeabilidad natural del suelo puede permitir que grandes volúmenes de tierra queden contaminados con el petróleo recuperado.
- b) Puede ocurrir una filtración hacia la tierra y el petróleo recuperado pudiera alcanzar alguna capa de agua subterránea u otra fuente de agua o aparecer como un escurrimiento natural.

10.3.8 Contenedores flexibles

El concepto de un contenedor flexible remolcable para almacenar el petróleo recuperado es muy interesante para operaciones costa afuera. Estos depósitos que son llenados en el lugar del derrame, pueden ser remolcados a tierra para vaciarlos. Al quedar vacíos estos contenedores pueden ser enrollados o doblados y guardados en la cubierta del buque.

10.3.9 Buques/tanque

En las operaciones costa afuera, los compartimentos de los buques tanque pueden ser utilizados para almacenar mezclas de agua y petróleo. El uso de los compartimentos de los buques tanque presenta una decisión de emergencia en el lugar del derrame. La disponibilidad de buques tanque en ese lugar, no puede ser parte permanente de un plan de limpieza.

10.3.10 Operación de los contenedores de almacenamiento

Como la mayoría de los recolectores mecánicos y otros equipos de recolección absorberán alrededor de un 50% o más de agua, junto con el petróleo, cuando sea posible, debe ser eliminada, dejándola decantar y así tener un menor volumen de líquido para manejar y almacenar. Esto es especialmente cierto para camiones/tanques, estanques, barcos, etc.

CAPITULO 11
TRATAMIENTO DE AVES MARINAS

TRATAMIENTO RECOMENDADO PARA AVES MARINAS CONTAMINADAS
CON PETROLEO

11.1 Instalaciones y requisitos esenciales.

El tratamiento de las aves marinas contaminadas con petróleo es un trabajo especializado, y requiere de ciertas instalaciones básicas poco probable de encontrar en centros improvisados. Si no se pueden habilitar, la operación de salvamento debe considerarse en dos etapas: primero, el rescate de las aves contaminadas desde la playa y el tratamiento preliminar que se puede realizar en centros improvisados con instalaciones modestas; segundo, el transporte de las aves a centros de limpieza y rehabilitación adecuadamente equipados.

Las siguientes son instalaciones absolutamente esenciales en un centro de limpieza.

- a.- Un suministro abundante de agua caliente por cañería.
- b.- Un suministro de agua helada por cañería con buena presión.
- c.- Refugio interior para las aves, que pueda ser temperado, especialmente en tiempo helado.

- d.- Un corral exterior con suelo de arena o concreto (un buen césped puede ser acepta ble siempre que el corral se pueda mover para impedir que se desarrollen condiciones fangosas o de mal olor).
- e.- Acceso continuo desde el corral a un estanque de agua limpia para baño.
- f.- Una fuente de alimentos segura (por ejemplo, sardinetas frescas o congeladas y otros peces pequeños para la mayoría de las aves marinas). Esto implicará, indudablemente, instalaciones para el almacenamiento de alimento congelado en grandes cantidades que se almacena cuando se dispone localmente de los peces adecuados.

La limpieza y la rehabilitación de aves marinas contaminadas no deben intentarse a menos que puedan proporcionarse estas facilidades mínimas, de lo contrario, es probable que las aves no estén aptas para liberarlas durante muchos meses, si es que se logra.

Excepto para mantener temperadas a las aves rescatadas, el público en general no debe intentar tratamientos adi-

//..

cionales a menos que se disponga tanto de ayuda experimental da como de instalaciones adecuadas.

11.2 Captura.

Mientras más pronto comienzan las aves contaminadas a recibir cuidado y atención, mejores son sus oportunidades de sobrevivencia. Las aves afectadas con frecuencia flotan en el agua poco profunda sin llegar a la costa. Estas pueden recogerse desde un bote o vadeando. Una malla de alrededor de 2 pies de diámetro, instalada sobre un palo corto puede ser útil para esto y se puede usar también para capturar aves sobre la playa.

Aproxímese siempre a las aves lenta y cuidadosamente. No las persiga nunca. Las que ya han llegado a la costa deben ser alcanzadas desde el lado del mar. Las aves están enfermas y probablemente en un estado de shock; trátelas cuidadosamente.

Una vez que las aves han sido capturadas, evite asustarlas por interferencia humana innecesaria.

11.3 Tratamiento preliminar.

Las aves contaminadas no deben ser lavadas inmediatamente después de su captura (esto se puede retrasar por va

//..

rios días). La primera prioridad es mantener las aves abrigadas, tranquilas y bien alimentadas.

- 1.- Envuelva cada ave en un paño seco, de manera que sobresalgan sólo la cabeza y las patas (es decir, como un poncho). Esto impedirá que el ave forcejee y se agote, no deje que limpie sus plumas e ingiera más petróleo de lo que ya ha hecho y, lo más importante, manténgalas abrigadas.
- 2.- Las aves deben ser trasladadas a un lugar abrigado, sin corrientes de aire en cajas o envases de cartón separados donde puedan permanecer tranquilas. Deben ubicarse sobre trozos de género o espuma de goma, no sobre una superficie dura, y éstas deben reemplazarse y limpiarse regularmente. No use heno, paja u otro material similar porque expone a las aves al riesgo de contraer aspergilosis. (Esta es una infección fungal del sistema respiratorio; las esporas del organismo infectado se alojan en el heno mohoso, paja o materiales similares).
- 3.- La alimentación debe comenzar cuanto antes luego de la captura de las aves. Inicialmente deles tiras de pescado fileteado (de preferencia), sardinetas pequeñas o peces chicos similares u otro alimento adecuado. Generalmente,

//..

al comienzo es necesaria la alimentación forzada, sin embargo, no deben intentarla personas sin experiencia.

- 4.- La mayoría de las aves sufren de enteritis. Esto se puede controlar administrando:

Kaogel (0,5 ml. una o dos veces al día)

o Dianimol (0,5 ml. una o dos veces al día)

o Kaobiotic (un trozo pequeño, alrededor de un octavo de pastilla, dos veces al día).

Probablemente, Kaogel es el mejor, sin embargo, Kaobiotic es muy eficaz y es más fácil de administrar. Este tratamiento probablemente continuará durante dos o tres días.

- 5.- Al principio se puede usar Complan como un suplemento dietético o reemplazo y se les puede dar aceite de hígado de bacalao y tabletas de polivitaminas, aunque nada de esto parece ser esencial.

- 6.- Las patas de las aves marinas son muy susceptibles al resecamiento y formación de durezas. Cubra regularmente las patas con una fina capa de crema, por ejemplo, crema de manos (se ha comprobado que las pomadas medi

//..

cinales tales como Hibitane o Dettol son útiles).

11.4 Transporte.

En muchos casos, las aves contaminadas llegan a la costa a lugares algo distantes de los centros de limpieza y rehabilitación establecidos. Obviamente es más conveniente que las aves no tengan que ser sometidas a la tensión adicional de un viaje largo, pero es absolutamente esencial tener instalaciones de limpieza adecuadas y, si no se dispone de éstas en el área, las aves deben trasladarse a un lugar donde puedan ser cuidadas adecuadamente.

Si el transporte de las aves se realiza adecuadamente no hay razón para que se produzcan muchas muertes y las víctimas serán mucho menos que si se limpiaran y trataran en instalaciones inadecuadas improvisadas en el lugar de captura.

Si el centro de limpieza está a más de media hora de viaje de la playa, se debe dejar descansar y alimentar las aves durante 12-24 horas por lo menos antes de moverlas. Las aves alimentadas adecuadamente se pueden dejar sin comida durante cuatro o más horas sin peligro.

Las aves se deben transportar en condiciones abrigadas y sin corrientes de aire. Hay más posibilidades de que

//..

las aves permanezcan tranquilas e inmóviles si están en la oscuridad. Por lo tanto, no se deben usar jaulas de alambre y si es posible las aves se deben colocar en cartones o cajas individuales. Puesto que las aves, por lo general, no limpian sus plumas mientras están en cajas oscuras, las precauciones especiales para impedir que ingieran petróleo no son necesarias y tampoco es necesario envolverlas en ponchos para el viaje. Las cajas se deben forrar con géneros o diarios, sobre todo si las aves no pueden permanecer en pie.

Generalmente, son adecuadas una caja que cierre libremente o una con pequeños orificios para ventilación; sin embargo, se debe tener cuidado de no embalar las aves en cajas demasiado encerradas o de lo contrario algunas aves estarán en peligro de sofocarse.

Durante viajes largos las aves deben ser acompañadas por una persona experimentada que pueda examinarlas y alimentarlas cada cuatro horas aproximadamente.

11.5 Selección de aves para el tratamiento.

Si es necesario limitar el número de aves que pueden ser tratadas, la cantidad de petróleo no es una buena indicación de su posibilidad de sobrevivencia. Las aves excesivamente contaminadas con petróleo pueden haber llegado a la

//..

costa rápidamente y, por lo tanto, no están padeciendo hambre y no han tenido tiempo de limpiarse e ingerir mucho petróleo. Las aves levemente contaminadas pueden haber permanecido en el mar durante algunos días y debilitarse gravemente y pueden haber ingerido mucho petróleo al intentar limpiarse.

Sin considerar el grado de contaminación, las aves flacas, con un esternón exageradamente sobresaliente o que presentan grandes cantidades de petróleo en sus excrementos, tienen más escasas posibilidades de sobrevivencia. Se les debe dar prioridad secundaria para tratamiento y si se restringen los recursos, estas son las aves que deben ser humanitariamente eliminadas.

Si es posible, demore la limpieza hasta que las aves hayan ganado vigor y peso. Las aves deben estar ágiles y activas y ser capaces de permanecer en pie. Esto debe suceder unos pocos días después de la captura y obviamente depende del estado inicial del ave.

En un derrame extenso de petróleo con numerosas aves afectadas, las necesidades sobre el alojamiento y las instalaciones pueden obligar a una limpieza con antelación a lo deseado. En este caso, deje que las aves descansen y

//..

se alimenten durante la noche y limpie las más fuertes y activas primero, dejando que las otras se recuperen durante el mayor tiempo posible antes de tratarlas.

11.6 Limpieza.

El siguiente método, si se sigue con minuciosa atención en todos sus detalles, dejará a las aves con un plumaje limpio e impermeable, lo que es esencial si se deben liberar rápidamente.

El tratamiento comprende lavar las aves con una solución caliente de líquido para lavar loza. Muchos detergentes eliminarán el petróleo, pero la mayoría tienen otras desventajas. Los líquidos para lavar loza son, lejos, los más adecuados, siendo los más baratos los mejores.

7.- Lave las aves completamente mediante el siguiente método:

- a) Prepare una solución al 1% de líquido para lavar loza en una tina de agua caliente.

Esto es aproximadamente:

100 ml. de detergente en 10 litros de agua.

La solución debe estar a una temperatura soportable por las manos (40-45°C); (esta es la temperatura

//..

más alta a la que pueden mantenerse confortablemente las manos en el agua).

NOTA: Es importante mantener la solución dentro del límite de temperatura recomendado y usar la concentración recomendada del detergente. No use una solución más concentrada o se reducirá la eficiencia para eliminar el petróleo.

- b) Sumerja el ave hasta el cuello en la solución y manténgala inmóvil durante 10 segundos aproximadamente, para permitir que el detergente penetre en las plumas contaminadas.

- c) Generalmente, se necesitan dos personas para efectuar el lavado: una para sostener el ave, la otra para agitar el plumaje en la solución. Se deben fro-
tar las partes del plumaje contaminadas y separar las plumas para que el detergente llegue a todo el petróleo. La cabeza y el área alrededor de los ojos se deben limpiar mediante el uso suave de un cepillo de dientes, sumergiéndolo repetidamente en la solución.

- d) Traslade el ave a un baño nuevo de solución de detergente a la misma concentración y temperatura que el anterior y complete el lavado hasta que se eliminen todos los restos visibles de petróleo. Si un ave está extremadamente contaminada, a menudo es necesario un tercer nuevo baño.
- e) Lo más importante. El ave debe ser enjuagada completamente con agua caliente soportable por las manos (40-45°C). Una manguera, de las usadas para enjuagar el pelo, conectada al suministro de agua fría y caliente es más conveniente para esta operación, debiendo echar el agua con fuerza contra la dirección del plumaje para que penetre hasta la piel. Continúe rociando todas las partes del plumaje hasta que la apariencia del ave cambie de completamente saturado de agua a la recuperación de parte de su anterior suavidad. El agua comienza a tomar la forma de gotas. Esta condición se debe lograr en todas las partes del plumaje.

NOTA: La eliminación completa del petróleo y un enjuague suficiente para sacar los últimos restos de detergente son esenciales si se desea que las aves recobren un plumaje impermeable. El proceso de lim

//..

pieza puede tomar algún tiempo, pero a menos que se haya completado, las aves no pueden esperar una pronta liberación.

8.- Seque el ave absorbiendo el exceso de agua con un paño limpio y luego ubíquela cerca de una fuente de calor. Cubra levemente las patas con una crema para manos o pomada antiséptica. No se recomienda secadores de aire caliente por el peligro de chamuscar a las aves y causar daño a las patas y otras partes expuestas. Los calefactores infrarrojo dirigidos desde arriba son más convenientes.

9.- Cuando el ave está seca, se debe dejar en un lugar abrigado sin corrientes de aire durante 2 horas aproximadamente. Luego se puede trasladar a un corral exterior.

11.7 Cuidado posterior.

10.- Las aves se deben mantener en un corral exterior con acceso a un estanque de agua limpia. Es muy importante que los alrededores de la laguna y el recinto sean tal que las aves no se ensucien con tierra o fango. Lo mejor es arena limpia o posiblemente arena sobre concreto. Un buen césped es aceptable siempre que el corral se pueda trasladar si existe la posibilidad que se desarrollen condi-

ciones fangosas o de mal olor.

Las alcas (y otras aves marinas de la familia de las alcas) se agruparán contra una pared. Una muralla irregular, de piedra, entre 18 pulgadas y 2 pies de alto cerca del estanque parece proporcionarles un ambiente muy favorable.

- 11.- Durante las primeras noches es aconsejable encerrar las aves bajo techo donde se les pueda entregar calor. Al comienzo esto también puede ser necesario durante el día en climas muy rigurosos. Sin embargo, las aves deben hacerse fuertes en la primera oportunidad.

- 12.- Si el ave ha recuperado suficiente vigor al momento de lavarla, y el lavado y enjuague han sido adecuados, se bañará frecuentemente y limpiará sus plumas vigorosamente. Esto es importante, y aquellas que inicialmente se rehusan a entrar al agua deben ser estimuladas para que lo hagan. Los últimos restos de petróleo y detergentes son eliminados del plumaje al bañarse y limpiar sus plumas, por lo que en el lapso de dos o tres días llegan a ser totalmente impermeables.

NOTA: Es importante proporcionar las condiciones adecuadas

//..

das para que las aves puedan mantenerse limpias por sí mismas. Mediante baños frecuentes en agua limpia y la limpieza de sus plumas, las aves pueden mantener su plumaje en un estado impermeable, pero una contaminación excesiva de las plumas con petróleo, residuos de detergente, suciedad, polvos o materia fecal, causarán pérdida de la impermeabilidad que el ave no puede superar por sí misma. Si esto sucede, puede ser necesario repetir el proceso de lavado y limpieza.

11.8 Alimentación.

Es importante proporcionar comida adecuada según las especies de aves y las condiciones en que se encuentran, aunque en una emergencia el tipo de comida puede estar condicionado por la disponibilidad.

Las alcas, cuervos marinos, patos marinos y otros se pueden alimentar de pescado. En los centros de emergencia donde se entrega tratamiento preliminar, las aves deben alimentarse de tiras de pescado fileteado y esta dieta es adecuada para todas las aves durante el primer o segundo día. De ahí en adelante el alimento lo constituyen sardinetas y congrios, lo mismo que en los centros de limpieza y rehabilitación. Puesto que la temporada de éstos es bastante corta, las provisiones adecuadas sólo se pueden asegurar si se congelan las exis

tencias que se pueden obtener y se mantengan en reserva. Todos los pescados deben ser de buena calidad y muy frescos y, si están congelados, recientemente descongelados. A los cuervos marinos se les puede dar pescados más grandes, tales como arenque o tiras de bacalao, a los patos de mares helados se les puede dar mejillones pequeños. Si no se dispone inmediatamente de comida fresca, se les puede dar pan y leche.

A los patos que se zambullen, patos que se alimentan de la superficie, gansos y cisnes se les puede dar una mezcla de trigo con bolitas engordadoras de pavo además de verduras. A los gansos y cisnes se les puede dar también malezas de lagunas y si es posible se les debe permitir comer pasto. La mayoría comerá grano mezclado con algún tipo de alimento de ave agregando comida para animales, tal como hígado o carne trozada.

Las gaviotas se pueden alimentar de una amplia variedad de comidas para animales que incluyen, en una emergencia, comida envasada para gatos o perros, pero generalmente se alimentan en forma más conveniente de pescado.

A las aves zancudas se les puede dar insectos, gusanos, langostinos frescos o desecados y comida para animales

//..

desmenuzada, tal como intestinos de aves, a los que se le agregan vitaminas.

11.9 Liberación.

13.- En cuanto las aves estén vigorosas y saludables y tengan un plumaje completamente impermeable, se pueden dejar libres. Esto puede ser tan breve como 2-3 semanas después de su captura.

14.- Es importante asegurarse que el plumaje esté total y naturalmente impermeable antes que las aves sean liberadas. No es necesario ni se recomienda el uso de ceras sintéticas, tales como Purcellin, ya que puede proporcionar una impermeabilidad temporal solamente, con el resultado de que las aves queden saturadas de agua algún tiempo después de la liberación. Las aves deben ser capaces de permanecer un período considerable sobre o en el agua sin mojarse y deben emerger pareciendo estar tan secas como cuando entraron.

15.- Muchas aves marinas necesitarán ser llevadas a una costa adecuada para ser liberadas, aunque algunos patos, al darles la oportunidad, dejarán sus corrales por su propia voluntad cuando estén preparados. Las aves deben liberarse con tiempo calmo y de preferencia lo suficienu

temente temprano del día para poder seguir sus movimientos durante 2 o 3 horas después de liberadas. Si han sido liberadas prematuramente pueden regresar a la costa con su plumaje mojado y deben ser reunidas para tratamiento adicional.

- 16.- Una precaución elemental es no liberar aves limpias y rehabilitadas en costas donde aún están llegando aves contaminadas.

CAPITULO 12

PLAN DE CONTINGENCIA

INTERGUBERNAMENTAL

**MANUAL SOBRE LA CONTAMINACION
OCASIONADA POR HIDROCARBUROS**

PARTE II (PLANIFICACION PARA CONTINGENCIAS)

Junio, 1978



LONDRES

Impreso y editado por la
Organización Consultiva Marítima
Intergubernamental, Londres

PREFACIO

La presente publicación constituye la Parte II del Manual de lucha contra la contaminación, preparado por el Comité de Protección del Medio Marino de la OCMI. Ofrece a los Gobiernos, en particular a los de los países en desarrollo, orientación sobre cómo organizar operaciones anticontaminación y preparar planes para contingencias, tanto en el ámbito local como en el regional. Contiene también asesoramiento de carácter general sobre la elaboración de planes internacionales de acción conjunta frente a contingencias; a este respecto, no debe descartarse la posibilidad de que la OCMI esté en condiciones de deparar otras formas de ayuda a los Gobiernos en trance de formular medidas para contingencias en su ámbito nacional.

El Manual de lucha contra la contaminación constará de cinco partes:

- Parte I (Prevención), que se publicó en 1976
- Parte II (Planificación para contingencias), que constituye la presente publicación
- Parte III (Salvamento y recuperación), que está en preparación
- Parte IV (Medios para combatir los derrames de hidrocarburos), que se publicó en 1972 y que está siendo revisada y actualizada
- Parte V (Aspectos jurídicos), en proyecto.

En el futuro, partes del Manual que tratan de la contaminación ocasionada por hidrocarburos serán ampliadas con el fin de que abarquen también otras sustancias contaminantes.

CAPITULO I – INTRODUCCION Y PRINCIPIOS GENERALES	7
CAPITULO II – FACTORES QUE RIGEN EL ESTABLECIMIENTO EN EL AMBITO NACIONAL DE PREPARATIVOS PARA CONTINGENCIAS EN CASOS DE CONTAMI- NACION DEL MAR	9
2.1 Definiciones	9
2.2 Introducción	9
2.3 Evaluación de la naturaleza y la magnitud de la amenaza	10
2.4 Consideración de otros elementos de una emergencia ante un plan de operaciones anticontaminación	11
2.5 Ayuda del sector industrial	12
2.6 Estructuración orgánica de las medidas contra la contami- nación	12
2.7 Amplitud de la organización de operaciones anticontami- nación	13
2.8 Delegación de la responsabilidad gubernamental	14
2.9 Funciones de una organización para operaciones anti- contaminación	16
2.10 Estructura del mando	17
2.11 Ejecución del plan	19
2.12 Relaciones con el público y enlace con los ministros	19
2.13 La organización canadiense para operaciones anticontami- nación	19
CAPITULO III – MEDIOS DE EJECUCION	22
3.1 Propiedad de los medios de ejecución	22
3.2 Medios de ejecución necesarios	22
3.3 Medios de lucha contra la contaminación por productos químicos	23
3.4 Medios de ejecución – Equipo y material	23
3.5 Medios de ejecución – personal	24
3.6 Medios de ejecución – comunicaciones	24
3.7 Medios de ejecución – salvamento y recuperación	25
3.8 Medios de ejecución – equipos especiales de intervención	25
3.9 Medios de ejecución – archivos	25
CAPITULO IV – FORMACION	26
4.1 Cursos que se ofrecen	26
4.2 Formación de las tripulaciones de los buques	26
4.3 Formación para el mantenimiento del equipo	26
4.4 Ejercicios prácticos	26
CAPITULO V – POLITICA DE LIMPIEZA Y ENLACE	
5.1 Observaciones generales	28
5.2 Adquisición de los medios de limpieza	28
5.3 Eliminación definitiva del material recuperado	28
5.4 Disposiciones de carácter financiero	28

5.5	Documentación y actas	29
5.6	Progresos de la tecnología	29
5.7	Autoridad gubernativa necesaria para la intervención	29
5.8	Arreglos internacionales	29
5.9	Relaciones con el sector industrial	29
CAPITULO VI – CONSIDERACIONES SOBRE LA INTERVENCION Y EL RESARCIMIENTO DE GASTOS		30
6.1	Identificación del causante de la contaminación	30
6.2	Intervención en alta mar	30
6.3	Intervención en aguas nacionales	30
6.4	Resarcimiento de los gastos	31
6.4.1	Responsabilidad del causante de la contaminación	31
6.4.2	Sistemas existentes para el resarcimiento de los gastos	31
6.4.3	Otros procedimientos	31
6.4.4	Seguros que amparan al causante de la contaminación	31
CAPITULO VII – PLANES PARA CONTINGENCIAS DE AMBITO NACIONAL		
7.1	Finalidad del plan	32
7.2	Armonización del plan con otros preparativos para contin- gencias	32
7.3	Ejemplo de planificación para contingencias de un país en su ámbito nacional (modelo canadiense)	32
CAPITULO VIII – PLANES PARA CONTINGENCIAS DE AMBITO LOCAL		42
8.4	Los planes de ámbito local en el Canadá	42
CAPITULO IX – PLANES CONJUNTOS PARA CONTINGENCIAS DE AMBITO INTERNACIONAL		45
9.1	Información que debe tenerse presente al elaborar un plan	45
9.2	Financiación de las operaciones conjuntas	46
9.3	Planificación conjunta	47
CAPITULO X – CONCLUSION		51
APENDICE I – Convenio internacional sobre responsabilidad civil por daños causados por la contaminación de las aguas del mar por hidrocarburos, 1969 y TOVALOP		52
APENDICE II – Convenio internacional sobre la constitución de un Fondo internacional de indemnización de daños causa- dos por la contaminación de hidrocarburos, 1971 y CRISTAL		55

1.1 Al preparar esta parte del Manual de lucha contra la contaminación, dedicada a la planificación para contingencias en caso de derrames de hidrocarburos y otras sustancias nocivas desde buques, se reconoció que entraban en juego muchas cuestiones. Figuran entre ellas, por sólo mencionar algunas, las diferencias de estructura gubernamental de un país a otro, los medios de que disponen los Gobiernos para elaborar planes nacionales y la diversidad de sustancias que pueden ser objeto de un derrame. Se reconoció de antemano que era imposible preparar organizaciones o planes modelo que sirvieran concretamente para todas las situaciones imaginables y que fuesen plenamente satisfactorios para todos los interesados. Se optó pues por identificar los puntos que procede tener en cuenta al establecer organizaciones de lucha contra los derrames y al preparar planes para contingencias.

1.2 En cuanto al establecimiento de una organización para las operaciones anticontaminación en el ámbito nacional hay que subrayar que no se trata meramente de tener almacenada cierta cantidad de equipo para combatir la contaminación. Lo esencial de una organización semejante es que cuente con personal adiestrado de diversas categorías, así como con buques y aviones, medios de comunicación, vigilancia, apoyo y mantenimiento, etc. En esta parte no se pretende sugerir en modo alguno qué recursos pueden convenir a cada situación; para obtener orientación al respecto, remitimos al lector a la Parte IV del Manual (Medios para combatir los derrames de hidrocarburos).

1.3 Al redactar el texto sobre la planificación para contingencias se consideró útil presentar a modo de ejemplo las medidas tomadas por un determinado país en lo tocante a esas contingencias. Como esta parte del Manual ha sido preparada bajo la dirección de la delegación canadiense, se hace referencia en el texto a los preparativos hechos al respecto por el Canadá*. Los ejemplos que se refieren específicamente a la organización canadiense están integrados en el texto, pero van impresos con tipografía distinta, de modo que el lector los pueda identificar fácilmente.

1.4 Por consiguiente, cada país tendrá que examinar este documento desde la perspectiva de sus peculiares circunstancias. Es de esperar que de esa manera, esta parte del Manual resulte de gran utilidad práctica para todos ellos.

* La OCMI facilitará a quienes lo soliciten direcciones útiles para obtener información relativa a las medidas para contingencias adoptadas en otros países.

sola vez un plan completo para contingencias. Por lo general, lo mejor es ir estructurándolo paso a paso, a medida que se reciben o se van creando los medios previstos en el plan. Se aconseja que los países que todavía no hayan establecido ningún plan utilicen, dentro de lo posible, las organizaciones existentes (por ejemplo, las organizaciones de reconocimiento e inspección de buques, los servicios de guardacostas, los departamentos municipales de obras públicas, las fuerzas armadas) y que escojan a un determinado organismo rector o responsable del establecimiento de una organización nacional de operaciones anticontaminación marítima, con autoridad para planificar en su conjunto y coordinar los esfuerzos nacionales en esta materia.

CAPÍTULO II – FACTORES QUE RIGEN EL ESTABLECIMIENTO EN EL ÁMBITO NACIONAL DE PREPARATIVOS PARA CONTINGENCIAS EN CASOS DE CONTAMINACIÓN DEL MAR

2.1 Definiciones

2.1.1 *Estas definiciones se aplican tanto a la organización de operaciones anticontaminación como a la planificación para contingencias. Se incluyen para aclarar el sentido de los términos que serán utilizados en esta Parte sin que ello signifique intención alguna de establecer una nomenclatura normalizada aplicable a los planes para contingencias que lleguen a elaborarse en el ámbito de cada país.*

2.1.1.1 Operación anticontaminación: *la montada para limpiar un derrame de hidrocarburos u otras sustancias nocivas en el mar, reducir a un mínimo las consecuencias e impedir nuevos derrames.*

2.1.1.2 Organismo rector: *autoridad coordinadora, integrada en el Gobierno nacional, que ha sido designada para asumir la responsabilidad global de dirección y ejecución de la lucha en situaciones de emergencia relacionadas con la navegación que afecten al medio ambiente, y de otras cuestiones conexas. Será apoyado y complementado por otros organismos, según proceda.*

2.1.1.3 Oficina rectora: *oficina o subdivisión del organismo rector designada para asumir la responsabilidad concreta de preparar planes para contingencias y coordinar las medidas de limpieza.*

2.1.1.4 Jefe en el lugar del siniestro (O.S.C.)*: *persona en el lugar del siniestro que ha sido designada para asumir el mando de la operación.*

2.1.1.5 Personal al servicio del jefe: *personal movilizadopor el O.S.C. acudiendo a cualquier fuente que estime apropiada: por ejemplo, personal con las especialidades necesarias para una determinada operación.*

2.2 Introducción

2.2.1 Son muchos los factores que se han de tener en cuenta al considerar la índole y el alcance de las medidas que deba tomar un país frente a las contingencias aquí contempladas. Comprenden los siguientes:

- i) evaluación de la naturaleza y la magnitud de la amenaza que puede pesar sobre el país;
- ii) características geográficas del país;
- iii) efectos en el medio ambiente de cada tipo de contaminación;

* O.S.C.: Siglas inglesas de *On-Scene-Commander*.

- iv) estructura gubernamental y subdivisiones administrativas del país;
- v) posibilidad de recurrir a organizaciones adecuadas existentes, incluso las del sector industrial y las de países vecinos.

2.2.2 A continuación se examinan estos factores, junto con otros, y se hace referencia a los preparativos del Canadá.

2.3 Evaluación de la naturaleza y la magnitud de la amenaza

2.3.1 Dadas la susceptibilidad y vulnerabilidad del medio marino y de la zona litoral (por ejemplo en lo referente a atractivos naturales, pesquerías, fauna y flora, o intereses económicos) el Gobierno de que se trate tendrá que determinar el grado de urgencia y la amplitud que se quiera dar a la intervención, habida cuenta de las limitaciones financieras, de personal o de otro tipo que pueda haber. Sin embargo, habrá que procurar también que la acción se extienda a las costas, las zonas marítimas adyacentes, los puertos y ámbito natural de éstos (incluidos los terminales de carga mar adentro) y las aguas interiores por las que puedan navegar grandes buques.

2.3.2 En cuanto a la contingencia de que se trate, las sustancias contra las que habrá que luchar pueden ser hidrocarburos (tanto crudos como refinados) y gran variedad de productos químicos con propiedades muy distintas. Aunque la naturaleza de la sustancia contaminante puede aconsejar métodos diferentes de lucha contra el derrame, muchos de los elementos que rigen la planificación para contingencias y la índole y el alcance de la organización necesaria de operaciones anticontaminación son comunes a todos los casos.

2.3.3 Lo primero y más importante en la preparación de planes para contingencias es identificar los sitios en que haya más probabilidades de que ocurra y tenga mayores consecuencias algún suceso. Esa identificación habrá de comprender un detenido examen de las siguientes cuestiones:

- i) lugares en que se manipulen hidrocarburos o sustancias nocivas en cantidad suficiente para constituir un riesgo considerable de contaminación; por ejemplo, depósitos al aire libre, terminales de oleoductos, refinerías y complejos químicos;
- ii) cantidades y frecuencia con que se manipulan esas materias en los distintos puertos e instalaciones;
- iii) intensidad del tráfico marítimo, particularmente de buques tanque, que pasa por los puertos del país y a lo largo de sus costas;

- iv) zonas y actividades particularmente vulnerables desde el punto de vista ecológico tales como pesquerías, fauna y flora, aves acuáticas y la explotación de los recursos del mar;
- v) características oceanográficas, meteorológicas y geográficas de la zona, para pronosticar el modo en que factores ambientales, tales como corrientes y vientos, afectarán a un derrame.

2.3.4 Una vez identificadas las fuentes posibles de contaminación y las zonas particularmente expuestas, el planificador estará en condiciones de estructurar una organización de lucha contra los derrames con la máxima eficacia.

2.4 Consideración de otros elementos de una emergencia ante un plan de operaciones anticontaminación

2.4.1 Hay que tener presente que los derrames mayores no suelen ser más que uno de los aspectos de una situación de emergencia —por ejemplo un siniestro marítimo o la explosión de un pozo petrolífero— que pueden ocasionar muertos y heridos graves u otras consecuencias que, durante algún tiempo, merecerán prioridad frente a las medidas contra la contaminación. No obstante, puede ser necesario movilizar y aprestar la organización de lucha contra la contaminación al mismo tiempo que se atiende a esos aspectos más urgentes. También es probable que algunos organismos intervengan en más de un aspecto de la situación, por ejemplo, contención de la contaminación y búsqueda y salvamento.

2.4.2 Aunque lo mejor sería que las diversas funciones recayesen en un mismo organismo rector, hay casos en los que pueden participar en las operaciones anticontaminación cierto número de organizaciones distintas. En tales casos, y siempre que se produzcan sucesos que requieran actividades paralelas para salvar vidas humanas y para proteger el medio marino, se recomienda establecer un mando de operaciones conjunto. Todo derrame de hidrocarburos de grandes proporciones en el mar entrañará una contaminación más o menos grave de las playas. De las operaciones de limpieza de playas se encargarán, sobre todo, las autoridades locales con los medios de que disponga el municipio, por ejemplo el servicio de bomberos. En muchos casos, si se quiere sacar el máximo rendimiento de los medios disponibles, habrá que coordinar los esfuerzos que se hagan en mar y en tierra para paliar las consecuencias del suceso.

2.5.1 El derrame de hidrocarburos y de otras sustancias nocivas en el medio marino puede tener consecuencias graves no sólo para la salud y el bienestar económico y social de las personas que viven en la costa o cerca de ella, sino para las que viven de los recursos del mar. Como el movimiento de esas sustancias no respeta las fronteras políticas, todos los que de algún modo estén vinculados a las aguas donde se haya producido un derrame o estén interesados en ellas tienen el deber de cooperar de la manera más estrecha posible para limpiar la mancha y suprimir todos sus efectos perniciosos.

2.5.2 Es razonable esperar que los sectores pertinentes de la industria faciliten, siempre que puedan, los medios necesarios para hacer frente a los derrames, por ejemplo en circunstancias estáticas y localizadas tales como las que imperan en los terminales de carga y descarga (incluidos las refinerías y los complejos químicos en los puertos) y en las explotaciones petroleras mar adentro. A este respecto, el papel del Gobierno deberá consistir en velar por que los planes elaborados por las industrias, y los medios (incluida la organización) de que dispongan, son adecuados para los fines perseguidos y concuerdan con la propia política del Gobierno en esta materia.

2.5.3 Por otra parte, no cabe esperar que el sector industrial se encargue de estructurar los planes para contingencias, de alcance mundial, que son necesarios para hacer frente a los posibles derrames ocasionados por buques que transitan de un puerto a otro. Por ello, los Gobiernos, en interés del público, deben estar dispuestos a intervenir para proteger sus propias costas y sus aguas, así como los intereses relacionados con ellas.

2.6 Estructuración orgánica de las medidas contra la contaminación

2.6.1 La finalidad de todo plan para contingencias es que, tan pronto como se produzca un suceso, se inicien las operaciones anticontaminación con medios adecuados para minimizar los daños, en interés del público. Habrá pues que establecer procedimientos que permitan movilizar ordenadamente los recursos de todos los que sean capaces de hacer una aportación. Es el Gobierno quien debe velar por que haya planes y medios adecuados —ya sean propios o de otra organización— que abarquen todos los sectores de actividad en que puedan originar contaminación; también debe velar por que los distintos planes parciales se compaginen para formar un todo viable y compatible en el que cada organismo conozca la existencia de los demás y sepa qué sectores son de su incumbencia. Al considerar la estructuración orgánica de sus medidas para contingencias y el personal de que

siones administrativas del país. Deberán tratar de utilizar al máximo las organizaciones existentes, ya que éstas constituyen una fuente de personal, pueden tener ya los especialistas necesarios y con toda probabilidad estarán relacionadas con el sector industrial.

2.7 Amplitud de la organización de operaciones anticontaminación

2.7.1 El alcance de la organización oficial de lucha contra la contaminación debe guardar relación con la magnitud y el carácter de la amenaza, con las posibles consecuencias de un derrame y con la disponibilidad de fondos (ya vengan éstos del propio presupuesto o de fuentes "exteriores" de ayuda). No es necesario elaborar planes detallados para hacer frente al "peor de los sucesos imaginables", pero los preparativos deben tener la flexibilidad necesaria para que sea fácil o ampliarlos si hay que hacer frente a un desastre de grandes proporciones o realizar una operación particularmente complicada.

2.7.2 Por lo tanto, la organización debe servir tanto para hacer frente a sucesos pequeños y localizados como para montar una gran operación anticontaminación ante un derrame de consecuencias graves que acaso exija una coordinación con otros servicios de emergencia y la movilización de cantidades considerables de hombres y equipo.

2.7.3 En los Capítulos VII, VIII y IX se indican las funciones esenciales que deben incluirse en todo plan para contingencias. Puede convenir, no obstante, que una sola persona u oficina desempeñe varias de esas funciones, o que, por el contrario, sean repartidos ciertos cometidos entre varias personas. Uno de los principios fundamentales de todo plan para contingencias es que se definan y comprendan con claridad las esferas de responsabilidad, dentro de las diversas organizaciones y entre ellas.

2.7.4 La estructura y el mecanismo de las operaciones anticontaminación deben tener flexibilidad suficiente para amoldarse a la magnitud y a la complejidad de cada operación. Así, los planes deben abarcar tanto la operación anticontaminación con medios relativamente modestos para derrames pequeños y localizados, como la de compleja coordinación para grandes derrames, de consecuencias graves, que exijan un mando del rango adecuado, un numeroso personal de operaciones y los medios pertinentes.

2.7.5 Las organizaciones para operaciones anticontaminación varían de un país a otro, pero tienen en común lo siguiente:

- i) proporcionan o velan por que se proporcione el equipo especializado de lucha contra la contaminación;

- ii) se encargan de las actividades de formación y enlace necesarias;
- iii) preparan los planes para contingencias;
- iv) ejecutan esos planes.

2.7.6 Sin embargo, las organizaciones para operaciones anti-contaminación sólo proporcionan por su cuenta el personal y los medios que sean esenciales para hacer frente a un derrame. El resto lo reciben del organismo central o de otros organismos oficiales y del sector privado.

2.8 Delegación de la responsabilidad gubernamental

2.8.1 Habida cuenta de las circunstancias del país, los Gobiernos tendrán que ver, entre otras cosas, si bastará con una sola organización nacional de limpieza de la contaminación para hacer frente a todos los sucesos, o si conviene más delegar parte o la totalidad de la responsabilidad en los organismos que se ocupan, por ejemplo, del mar, la costa, los puertos y sus zonas naturales y las aguas navegables interiores. Sea cual fuere la decisión, es indispensable que se definan y se comprendan claramente las responsabilidades.

2.8.2 Cada Gobierno debe encargarse de la planificación para las contingencias en los ámbitos nacional, local e internacional. Esto ha de comprender la asignación de la responsabilidad respecto de determinadas funciones a uno o varios organismos designados al efecto. También puede convenir nombrar una autoridad de coordinación. Se debe exigir a todos los organismos que coordinen sus esfuerzos y que se presten apoyo mutuo cuando establezcan sus planes para operaciones anticontaminación en situaciones de emergencia.

2.8.3 Cada Gobierno procurará:

- i) que, tanto en la planificación como en las operaciones, se tenga en cuenta la vulnerabilidad relativa de las distintas zonas marítimas o franjas de litoral, y que se establezcan las correspondientes prioridades, para los casos en que hubiese que actuar en más de una zona al mismo tiempo;
- ii) que se hayan tomado las medidas adecuadas para que todos los organismos de lucha contra la contaminación consulten con las organizaciones que representen los intereses de las pesquerías y de defensa de la fauna y la flora, tanto durante la etapa de planificación como durante las operaciones, o que todos los organismos conozcan de dichos intereses y los tengan en cuenta;

- iii) que existan medios adecuados de comunicación para deliberaciones urgentes con todos los sectores pertinentes de la industria, incluidos los armadores, las compañías de seguros, las empresas petroleras y químicas, los fabricantes de equipo para la limpieza, de dispositivos para recogida mecánica y de otros materiales, tales como dispersantes, absorbentes, surfactantes, precipitantes y neutralizadores, de modo que sea inmediata la disponibilidad de esos recursos;
- iv) que se concierten arreglos adecuados, por ejemplo con los capitanes de buques que se hallen en aguas adyacentes y con los comandantes de aeronaves que sobrevuelan esas aguas, para que notifiquen cualquier derrame de hidrocarburos o de productos químicos provocado o avistado por ellos a un determinado organismo el cual se ocupará de que dicho informe sea inmediatamente transmitido a los encargados de i) evaluarlo y ii) de tomar las medidas necesarias;
- v) que se establezca un enlace adecuado entre la organización nacional de defensa contra la contaminación y las encargadas de otros aspectos de una situación de emergencia en el mar, tales como búsqueda y salvamento, incendio, explosión, evacuación de una instalación petrolera mar adentro, protección de la población en ciertas zonas terrestres y recuperación. Debe existir una política clara para determinar la prioridad relativa que merecen esos distintos aspectos;
- vi) que las medidas adoptadas para transmitir noticias a los medios de información sean adecuadas y no entorpezcan las operaciones. Se debe examinar la posibilidad de nombrar a un encargado de prensa dotado de medios propios. También hay que prever medidas adecuadas para comunicar a los ministros de todo hecho que cause o amenace con causar una contaminación y para mantenerlos informados de la marcha de los acontecimientos;
- vii) que se provean medios para la formación de personal en las técnicas pertinentes de lucha contra la contaminación, y que el personal interesado pueda aprovecharlos. Si, por razones financieras o de otra índole, el Gobierno no pudiese proporcionar servicios de formación por sí mismo, cabe aprovechar cursillos organizados por empresas industriales en el país o en el extranjero, o los organizados por otros Gobiernos;

- viii) que, de vez en cuando, se hagan ejercicios para descubrir cualquier insuficiencia de los planes, para ver si hay que actualizarlos y para cerciorarse del buen estado de preparación de los organismos participantes;
- ix) que, cualquiera que sea el momento en que se produzca un suceso, existan medios adecuados para establecer contacto con todas las personas que probablemente hayan de intervenir ya sea en el aspecto de la contaminación o en cualquier otro. Habrá que confeccionar directorios adecuados correspondientes a los distintos niveles y sectores de la organización oficial. Otros organismos (incluso los establecimientos industriales) deberán tener los suyos;
- x) que se revisen de vez en cuando todos los planes y se modifiquen o actualicen cuando haga falta, habida cuenta de los cambios en las circunstancias, nuevos adelantos y técnicas, cambios de personal, etc.;
- xi) que se analicen todas las operaciones y los ejercicios después de su ejecución, para poder sacar lecciones y difundirlas entre todos los interesados, revisándose los planes según corresponda.

2.9 Funciones de una organización para operaciones anticontaminación

2.9.1 Constituyen elementos básicos comunes de los planes para contingencias, a cualquier nivel, las autoridades, nuevas o existentes, que se hayan designado a los siguientes efectos:

- i) operaciones de limpieza de carácter local;
- ii) operación anticontaminación a nivel de distrito o de región;
- iii) operación anticontaminación a nivel nacional; y
- iv) operación anticontaminación que entrañe cooperación internacional.

2.9.2 La organización oficial encargada de ejecutar el plan para contingencias deberá desempeñar las siguientes responsabilidades y funciones básicas, además de decidir la política general:

- i) sufragar los gastos de las operaciones;
- ii) adquirir y asignar personal y medios de lucha;
- iii) dividir y definir los campos de acción;
- iv) coordinar y orientar la acción de todos los organismos participantes;

- v) mantener el enlace con los ministros;
- vi) mantener el enlace con el sector industrial;
- vii) encargarse de las relaciones con el público; y
- viii) resarcirse de los gastos después del suceso.

2.9.3 La forma de proceder a la atribución de funciones entre los ministros, los departamentos y los funcionarios gubernamentales variará según los casos y es cuestión que incumbe al Gobierno interesado. Se puede recurrir a las organizaciones existentes, y es evidente que resultará ventajoso utilizar las relacionadas con cuestiones marítimas. Es indispensable confiar a un departamento o a una persona un puesto general de dirección, para que se encargue del cumplimiento de todas las funciones expuestas en el párrafo 2.9.2 anterior.

2.10 Estructura del mando

2.10.1 La estructura del mando de la organización nacional de defensa contra la contaminación —que cabe considerar como el brazo ejecutivo u operativo— variará según que todas las operaciones estén bajo un control central o que la autoridad se delegue, por ejemplo, a un ámbito regional o a ciertos sectores como alta mar, aguas costeras, aguas interiores navegables, playas, puertos, etc. Hay que definir y comprender claramente la división de responsabilidades y el alcance de cualquier autoridad delegada. Tiene que haber un plan nacional detallado de operaciones para contingencias, o para cada uno de los sectores antes mencionados, o ambas cosas. Si, para las operaciones se delega la autoridad por sectores, parece conveniente que la elaboración del plan se haga en ese ámbito, aprovechando los contactos y los conocimientos locales o conexos.

2.10.2 En cada uno de los sectores antes mencionados deberá nombrarse a un jefe encargado tanto de la labor de planificación como de montar las operaciones y vigilarlas. Es indispensable que dedique a su tarea el tiempo y la atención que hagan falta, particularmente tratándose de un suceso en el que la intervención inmediata puede ser vital; que funcione el enlace con quienes puedan estar interesados en otros aspectos del suceso (por ejemplo, salvamento de vidas y de bienes); que mantenga buenas comunicaciones tanto con las fuerzas que están a sus órdenes como con otros órganos responsables y que se le confiera la autoridad necesaria para desempeñar su tarea.

2.10.3 No es indispensable establecer una organización totalmente autónoma para luchar contra la contaminación. Se puede recurrir a las organizaciones existentes, por ejemplo las organizaciones de

reconocimiento e inspección de buques de la Administración, los departamentos locales de obras públicas (que pueden disponer de personal y equipo básico adecuado para la limpieza de las playas) y las fuerzas armadas. Del mismo modo, según el volumen de trabajo, puede no hacer falta que el puesto de jefe del sector sea de dedicación exclusiva, sino que puede asociarse a otras tareas cotidianas. Lo importante es que las responsabilidades estén definidas de antemano.

2.10.4 Cuando haya que hacer frente al derrame en el mar, habrá que seleccionar buques adecuados y tomar medidas para utilizarlos con rapidez, cuando sea necesario. Puede ser útil fijar y revisar de vez en cuando cuestiones tales como las condiciones y las tarifas de contratación, para reducir al mínimo el tiempo que se tarde en intervenir. Hay que tener cuidado de colocar estratégicamente los medios de lucha y tener siempre el equipo en perfectas condiciones de funcionamiento. Si se han de utilizar dispersantes de hidrocarburos, quizá convenga que algunos buques los lleven en sus tanques estructurales (por ejemplo, los de lastre).

2.10.5 Habrá que prever medios para coordinar la utilización de los buques destacados para hacer frente a un derrame, nombrando quizá para ello a un oficial embarcado.

2.10.6 Como no se pueden pronosticar la naturaleza, el tamaño, el lugar, la magnitud, ni la frecuencia de los sucesos, el plan sectorial debe ser muy flexible. Puede ser necesario, por ejemplo, establecer una base avanzada de operaciones en lugar de dirigirlas desde la sede del sector. Si el derrame es grande, por los bienes afectados o por sus consecuencias, se puede necesitar ayuda de otros sectores, o del extranjero. Al elaborar su plan, el jefe general del sector deberá velar además por que todos los organismos (incluidos los no oficiales) comprendidos en él tengan planes adecuados y compatibles entre sí, así como medios (o acceso a ellos); que cada uno sepa cómo están divididas las responsabilidades; que no queden lagunas; que, en caso necesario, pueda disponer de aeronaves para las tareas de reconocimiento y vigilancia y de embarcaciones que sirvan como “buques de guardia” para impedir que otras naves entorpezcan las operaciones o corran peligro, mientras se hace frente al suceso; que se disponga de información meteorológica y oceanográfica actualizada y un medio inmediato de pronosticar la velocidad y la dirección probables del movimiento y del destino de los derrames; y que se hagan preparativos claros para ejecutar el plan y alertar inmediatamente, en cualquier momento del día o de la noche, al personal más necesario en la fase inicial.

2.11 Ejecución del plan

2.11.1 Como el tiempo de reacción es un factor primordial en la lucha contra los derrames, el esfuerzo inicial encaminado a limitar su alcance es un elemento decisivo de la operación general de limpieza y contribuirá a que haya menos probabilidades de que se propague la contaminación y a reducir al mínimo los daños al medio ambiente. En los preparativos para la ejecución de un plan hay que incluir: una clara definición de quién tiene que dar la orden inicial y quiénes deben controlar las operaciones, preparativos para establecer una base de operaciones avanzada (esta posible necesidad debe preverse en la etapa de planificación, identificando lugares adecuados y tomando disposiciones provisionales), la movilización progresiva del personal y la movilización y el empleo de los recursos necesarios, el nombramiento, cuando proceda, de un jefe embarcado, y la alerta, si no se hubiese dado todavía, a los organismos interesados en otros aspectos del suceso.

2.12 Relaciones con el público y enlace con los ministros

2.12.1 Probablemente será preferible que se encargue de estas cuestiones la autoridad central. De ser posible, hay que procurar que el encargado de dirigir la operación desempeñe sus funciones sin ser molestado.

2.12.2 En un derrame de magnitud considerable, es conveniente nombrar a otra persona para atender las peticiones de los medios informativos. Nunca se insistirá demasiado en el hecho de que las indagaciones continuas y persistentes de dichos medios pueden entorpecer gravemente el desarrollo de las operaciones. Será necesario que esa persona —que puede permanecer en la sede de su organismo o estar destacada cerca del lugar del suceso— se mantenga bien informada a medida que se vaya desarrollando el suceso. Necesitará locales y medios de comunicación adecuados (por ejemplo, teléfono) distintos de los que se utilizan para las operaciones. También habrá que prever lo necesario para que los ministros estén bien informados de la marcha de los acontecimientos y de la acción emprendida. Las circunstancias y los procedimientos habituales de cada país serán la mejor guía para lograrlo.

2.13 La organización canadiense para operaciones anticontaminación

2.13.1 *En el Canadá se ha designado a un organismo del Gobierno nacional para que desempeñe la función de organismo rector en lo tocante a derrames procedentes de buques. Dicho organismo, el Servicio de Guardacostas Canadiense, tiene las características siguientes:*

- i) está estrechamente vinculado a las cuestiones de navegación y a los asuntos marítimos en general, e incluso tiene autoridad para la inspección de buques;*

- ii) *tiene bases de distrito situadas a lo largo del litoral y de las vías navegables, particularmente en zonas de gran riesgo. Cada base está encargada de un sector o de varios sectores de las vías navegables y costas del Canadá;*
- iii) *está en posesión de todo el equipo de que dispone el Gobierno nacional para limpiar la contaminación del mar;*
- iv) *cuenta con otros buques, remolcadores, botes, aerodeslizadores, aviones y helicópteros, y puede disponer de ellos de manera inmediata.*

2.13.2 El Servicio de Guardacostas Canadiense cuenta con la cooperación voluntaria de todos los demás organismos oficiales, subdivisiones políticas y empresas industriales pertinentes, que le prestan apoyo en la medida de sus posibilidades.

2.13.2 Dentro del Servicio de Guardacostas Canadiense se ha nombrado una oficina rectora, el Servicio de Guardacostas (Emergencias), a la que se han asignado las siguientes funciones:

- i) *encargarse de la dirección general;*
- ii) *mantenerse al corriente de las novedades que se produzcan en las técnicas, el equipo, etc.;*
- iii) *cuidar de la formación de personal ajeno a sus servicios para ayudar en las operaciones;*
- iv) *adquirir el material de limpieza de contaminantes y mantenerlo y vigilarlo en los almacenes oficiales;*
- v) *preparar por sí mismo, o aprobar, los planes oficiales para contingencias nacidas de la contaminación del mar en el ámbito nacional, local e internacional;*
- vi) *mantener contactos con otras organizaciones y autoridades tanto internas como externas, para procurar que aporten los medios y el personal de que dispongan a cualquier operación;*
- vii) *llevar listas de los funcionarios clave que:*
 - *deban ser informados de los sucesos y de la marcha de las operaciones (la lista de los funcionarios "que necesitan estar enterados" puede variar según la naturaleza y magnitud de una operación; por ejemplo, no hay por qué notificar cada pequeño derrame a nivel ministerial);*
 - *puedan prestar apoyo a las oficinas rectoras en las operaciones de limpieza;*
- viii) *hacer que todos los organismos interesados, así como el público, estén enterados de que se trata de la oficina rectora. La oficina rectora no es una organización de grandes dimensiones, pero está dotada de un cierto grado de especialización para desempeñar su tarea, cuenta entre su personal con especialistas en planificación, hombres de ciencia y técnicos, y está en condiciones de recurrir a otros expertos en un plazo muy breve para hacer frente a las circunstancias de cada suceso. Conviene seña-*

lar que, en este caso, la oficina rectora forma parte del Servicio de Guardacostas Canadiense y dispone de la totalidad de los medios de ésta a nivel de distrito y local para apoyar la acción que emprenda en el desarrollo de las operaciones. Del mismo modo, puede contar con los recursos de otros departamentos oficiales.

3.1 Propiedad de los medios de ejecución

3.1.1 Los Gobiernos que establezcan su organización de lucha o la eleven de categoría tendrán que estudiar hasta qué punto los medios necesarios para la ejecución del plan deben ser propiedad del Gobierno, y en qué medida pueden recurrir a los de las industrias y a los de otros Gobiernos. En ese último caso hay que procurar, dentro de lo posible, que estén inmediatamente disponibles cada vez que hagan falta. Esto es particularmente pertinente al prever las necesidades para casos de grandes desastres, que son poco frecuentes, y en los cuales se puede obtener ayuda del sector industrial o de los Gobiernos de países vecinos.

3.1.2 Esta evaluación de la capacidad de defensa deberá comprender también una evaluación de los servicios e instalaciones existentes o previsibles y de otros medios que se puedan utilizar para luchar contra un derrame. Habiendo reconocido las posibles fuentes de contaminación y las zonas más expuestas, el planificador estará en condiciones de estructurar la organización de lucha contra los derrames, con la máxima eficacia. Por ejemplo, habrá que considerar la cuestión de los conocimientos especializados (tanto respecto de los derrames de hidrocarburos como de los de productos químicos) con que cuente el propio Gobierno, teniendo presente si se pueden obtener con rapidez de otras fuentes, en caso de necesidad.

3.2 Medios de ejecución necesarios

3.2.1 Los métodos para hacer frente a un derrame variarán con arreglo a factores tales como:

- las propiedades del contaminante;
- el lugar donde ocurra el derrame y cualquier otra consideración de orden ambiental;
- la magnitud del derrame;
- las condiciones meteorológicas, hidrográficas y de formación de hielo.

3.2.2 En la Parte IV del Manual figura una descripción de los diversos métodos aplicables para hacer frente a la mancha de hidrocarburos.

3.3 Medios de lucha contra la contaminación por productos químicos

3.3.1 Las propiedades de los productos químicos que son objeto de transporte por vía marítima son extremadamente variadas y hay que poner buen cuidado en identificar lo mejor posible el contaminante de que se trate. Conviene averiguar qué productos químicos se importan o exportan con más frecuencia por los puertos del país, si bien no hay que olvidar que un buque de paso también puede provocar un derrame. Se recomienda, desde un principio, establecer contactos con los principales fabricantes de productos químicos o con otras fuentes de conocimientos especializados y de información (por ejemplo, los perfiles de peligrosidad de sustancias químicas preparados por el GESAMP*), que pueden ser valiosos para asesorar sobre:

- i) los riesgos;
- ii) la acción más adecuada que se deba emprender en un suceso que entrañe derrame (ocurrido o probable) de productos químicos.

3.3.2 Cuando se produzca un suceso de este tipo, es indispensable obtener inmediatamente asesoramiento de expertos respecto de su identidad, sus propiedades y riesgos, y proceder mientras tanto con la máxima cautela, incluso en lo tocante al envío de los servicios de salvamento.

3.4 Medios de ejecución — Equipo y material

3.4.1 Al seleccionar y suministrar equipo y material hay que tener en cuenta:

- i) la identificación de los tipos de equipo, materiales y sistemas necesarios;
- ii) la opción entre comprar (propiedad) y pedir prestado a otros (o incluso la posibilidad de un sistema de utilización en común con otros);
- iii) la adquisición inicial (si se decide efectuarla);
- iv) el depósito y conservación del material en buen estado de funcionamiento;
- v) la prestación de apoyo en un suceso;
- vi) la reparación y el reaprovisionamiento después del suceso;

* Grupo Mixto de Estudio sobre los aspectos científicos de la contaminación de las aguas del mar. En las Circulares BCH, se envía información a los Gobiernos sobre los perfiles de peligrosidad.

industrial o de otros países) en el caso de un suceso grave o de carácter especial. Esto puede comprender artículos especiales tales como aparatos de respiración artificial para trabajar con gases nocivos;

- viii) la utilización en general de equipos tales como los del departamento de obras públicas para limpiar de hidrocarburos las playas.

3.5 Medios de ejecución – personal

3.5.1 Habrá que disponer de personal para desempeñar las tareas siguientes:

- i) personal de control, incluso en la sede, jefes en el lugar del siniestro, jefes de sector (véase el párrafo 2.10.2) y jefes embarcados;
- ii) operadores de telecomunicaciones;
- iii) tripulación de las embarcaciones;
- iv) operadores del equipo y personal de mantenimiento;
- v) mano de obra en general;
- vi) personal de apoyo, incluso especialistas.

3.5.2 Quizá se puedan obtener los servicios de personal militar no combatiente para desempeñar algunas de esas tareas, en cuyo caso habrá que prestar atención a las disposiciones sobre mando táctico y control.

3.5.3 Habrá que tener presente la necesidad de disponer de equipos de relevo en caso de un suceso de larga duración.

3.6 Medios de ejecución – comunicaciones

3.6.1 El contar con comunicaciones adecuadas es vital en todo preparativo para contingencias. Pueden hacer falta para mantener el contacto entre el jefe del sector y la sede central; las bases avanzadas; el jefe embarcado; otros organismos de lucha contra la contaminación; y los organismos interesados en otros aspectos de la emergencia.

3.6.2 Habrá que estudiar la posibilidad de utilizar las líneas telefónicas terrestres y servicios de télex y radio (VHF y UHF). En cuanto a estos últimos servicios, habrá que pensar en la manera de establecer un canal común para las operaciones. Cuando operen juntos en un suceso buques y aeronaves equipados para utilizar distintos canales, puede ser necesario suministrarles un número

accidente de un barco hidrocarburos portátiles con los equipos que correspondan. El mantenimiento de una buena disciplina en lo referente a las comunicaciones contribuirá mucho a la eficacia de cualquier operación.

3.7 Medios de ejecución – salvamento y recuperación

3.7.1 Cuando la contaminación por hidrocarburos se debe a un accidente sufrido por un buque tanque, la rapidez del salvamento es una de las condiciones más importantes para reducir al mínimo los daños al medio marino. Conviene pues que en el plan nacional para contingencias figure información sobre dónde y cómo se pueden obtener medios para garantizar esa rapidez. Esto se refiere especialmente a buques y equipo que pueden no tener a mano las empresas de salvamento, como por ejemplo:

- gabarras, barcasas y buques tanque costeros;
- bombas de achique para situaciones de emergencia suministrables por vía aérea;
- defensas de gran tamaño (para protección de las embarcaciones).

3.8 Medios de ejecución – equipos especiales de intervención

3.8.1 En varios países se han establecido equipos especializados para montar operaciones anticontaminación de emergencia en casos de derrames peligrosos. A esos equipos, que suelen formar parte de organizaciones oficiales o de la industria ya existentes, se les adiestra y equipa para ayudar en las operaciones de limpieza. Además, algunos de ellos también poseen y conservan equipos y sistemas especializados tales como equipo de salvamento, naves, equipo de comunicaciones, sistemas de limpieza de derrames de hidrocarburos y equipo de apoyo administrativo, que pueden llevar consigo si hace falta. Los fondos necesarios para costear los servicios de esos equipos proceden de fuentes muy diversas, que pueden ser organismos oficiales, cooperativas industriales y la parte responsable del derrame.

3.9 Medios de ejecución – archivos

3.9.1 Se debe tener un archivo exacto y actualizado de todos los medios de acción que se poseen o de los de que se puede disponer, con indicación del sitio donde se encuentran y de su estado de funcionamiento.

4.1 Cursos que se ofrecen

4.1.1 Se deben aprovechar los diversos cursos de empresas industriales u oficiales ya existentes en algunos países para formar a los que habrán de asumir responsabilidades frente a sucesos causantes de contaminación. En estos cursos no sólo se imparte orientación sobre los tipos de derrames y los lugares donde se pueden producir y sobre los diversos métodos para combatirlos, sino también instrucción práctica sobre el manejo y conservación del equipo.

4.2 Formación de las tripulaciones de los buques

4.2.1 Habrá que tomar medidas para que las tripulaciones de los buques que se utilicen en las operaciones contra la contaminación estén familiarizadas con las tareas especiales que tienen que desempeñar, incluidos el manejo del equipo y las operaciones conjuntas con otros buques.

4.3 Formación para el mantenimiento del equipo

4.3.1 Del mismo modo, se debe dar instrucción al personal de mantenimiento sobre los diversos tipos de equipo y el mantenimiento que requieren, haciéndose hincapié en las consecuencias de todo fallo durante una operación de emergencia.

4.4 Ejercicios prácticos

4.4.1 Todos los elementos de la organización deben hacer ejercicios, practicando sus respectivos papeles desde el anuncio de que se ha avistado un derrame hasta la adopción de decisiones a alto nivel y el despacho de buques y de otros recursos. La mejor manera de hacerlo es simular un suceso con derrame y ver el comportamiento consiguiente de todos los organismos interesados.

4.4.2 Los mejores resultados, para todos en general, pueden lograrse mediante un ejercicio práctico en el que, tanto la simulación como la operación anticontaminación tengan el carácter más realista posible. Por supuesto que no se debe usar un contaminante, pero hay sustitutivos inocuos. Cuando se simule que se rocía un dispersante de hidrocarburos, bastará rociar únicamente agua de mar para poner a prueba los buques y el equipo.

4.4.3 Si el suceso simulado es un accidente de navegación, se debe procurar que, en la medida de lo posible, participen también

en el ejercicio otros servicios que tengan que ver con la emergencia, con lo que se aumenta su realismo y se valora mejor la capacidad de reacción en todos los aspectos de un suceso al mismo tiempo.

4.4.4 Los ejercicios de gran escala pueden ser onerosos si se repiten con demasiada frecuencia. Pero puede ser muy provechoso un ejercicio “sobre el papel”, limitado a ensayar las comunicaciones y la adopción de decisiones a diversos niveles.

4.4.5 Es de esperar que rara vez un Gobierno tenga que recurrir a sus facultades de intervención en relación con un siniestro que entrañe contaminación. En la Parte III (Salvamento y recuperación) del Manual se describirán con más detalle esas disposiciones. Los ejercicios prácticos son muy útiles para revisar las decisiones y los procedimientos. (Véase también, más adelante, el Capítulo VI).

5.1 Observaciones generales

5.1.1 Hay que fijar una política de limpieza para aconsejar cuándo y cómo enfrentarse a un derrame, y en qué circunstancias conviene dejar que la mancha se disperse y descomponga de manera natural, por ejemplo en los casos en que la operación de limpieza pueda causar más daños al medio ambiente que la descomposición natural, cuando esos daños sean poco probables.

5.2 Adquisición de los medios de limpieza

5.2.1 También hay que fijar una política para comprar, arrendar o pedir prestados medios, incluso buques y equipo, y para la dotación de personal.

5.3 Eliminación definitiva del material recuperado

5.3.1 Con el fin de evitar demoras en la operación de limpieza, habrá que tomar de antemano medidas para la eliminación definitiva del material recuperado, como parte de la planificación para contingencias en el ámbito nacional. Muchas veces hay que tomar toda una serie de medidas en relación con grandes cantidades de hidrocarburos recuperados, que suelen estar mezclados con aguas y residuos. Pasa esto sobre todo cuando no se puede recurrir a unos servicios e instalaciones portuarios de recepción de tipo corriente. Por lo tanto, en muchos casos habrá que volver a cargar el contaminante para llevarlo a unas instalaciones idóneas en tierra, con capacidad para volverlo a utilizar o destruirlo.

5.4 Disposiciones de carácter financiero

5.4.1 En las previsiones presupuestarias hay que incluir gastos generales; inversiones de capital para adquisición de medios; gastos diarios para tener siempre a punto al personal y al equipo, o sea, mediante cursos de formación, ensayos y ejercicios; y los gastos ocasionados al producirse realmente un suceso. También hay que prever el hacerse reembolsar los gastos (véase el Capítulo VI). El reembolso de los gastos ocasionados por un suceso que entrañe contaminación por hidrocarburos puede obtenerse en virtud del Convenio internacional sobre responsabilidad civil por daños causados por la contaminación de las aguas del mar por hidrocarburos, 1969, así como en virtud del acuerdo TOVALOP y del contrato CRISTAL, que se reseñan en los Apéndices I y II de la Parte II.

5.5 Documentación y actas

5.5.1 Es indispensable levantar actas exactas y completas durante todo el desarrollo de la operación anticontaminación.

5.6 Progresos de la tecnología

5.6.1 Los métodos actuales para hacer frente a derrames de hidrocarburos o de productos químicos no son, ni mucho menos, perfectos, y los Gobiernos deben contar con medios que les permitan estar al tanto de los progresos de la tecnología y de los nuevos métodos para hacer frente a los que se produzcan. Las nuevas técnicas también pueden influir en la política que se adopte.

5.7 Autoridad gubernativa necesaria para la intervención

5.7.1 Habrá que ver cuáles son las facultades, los conocimientos técnicos y el equipo necesarios para que un Gobierno pueda intervenir en un suceso que amenace provocar daños inminentes y graves a los intereses del país, por ejemplo, riesgo para vidas humanas, deterioro de atractivos naturales o daño a las pesquerías o la fauna y la flora (véase también el Capítulo VI). Se llama también la atención respecto del Convenio internacional relativo a la intervención en alta mar en casos de accidentes que causen una contaminación por hidrocarburos, 1969 y del Protocolo relativo a la intervención en alta mar en casos de contaminación del mar por sustancias distintas de los hidrocarburos, 1973.

5.8 Arreglos internacionales

5.8.1 En el Capítulo IX se trata de los arreglos de cooperación internacional para hacer frente a sucesos. La negociación de esos arreglos incumbirá a la organización del Gobierno central.

5.9 Relaciones con el sector industrial

5.9.1 Es indispensable que existan vínculos sólidos y estrechos entre el Gobierno y los sectores pertinentes de la industria, que comprenderán, entre otros, a las compañías navieras, incluso propietarios de remolcadores, buques de suministro mar adentro, buques pesqueros y otros de tamaño análogo; las empresas petroleras, tanto productoras como refinadoras, las empresas de productos químicos o importadoras de dichos productos en gran escala; los fabricantes de dispersantes de hidrocarburos y de los distintos tipos de equipo que se pueden utilizar en casos de contaminación.

CAPITULO VI – CONSIDERACIONES SOBRE LA INTERVENCION Y EL RESARCIMIENTO DE GASTOS

6.1 Identificación del causante de la contaminación

6.1.1 En todos los casos de contaminación habrá que tener presente la posibilidad de una acción judicial. Se deben sacar del agua muestras, debidamente documentadas, de los hidrocarburos derramados y mandarlas a analizar. Cuando sea posible, habrá que compararlas con muestras extraídas de los tanques o de los espacios de máquinas de los presuntos causantes.

6.2 Intervención en alta mar

6.2.1 En el Convenio internacional relativo a la intervención en alta mar en casos de accidentes que causen una contaminación por hidrocarburos, 1969, y en el Protocolo relativo a la intervención en alta mar en casos de contaminación del mar por sustancias distintas de los hidrocarburos, 1973, figuran las cláusulas convenidas en el ámbito internacional sobre la intervención de los Gobiernos en casos de accidentes que causen una contaminación.

6.2.2 La OCMI está preparando una lista de expertos especializados en evaluar la necesidad de intervención y en determinar las medidas que convenga adoptar según los casos.

6.3 Intervención en aguas nacionales

6.3.1 Si se estudia la posibilidad de una intervención, tiene que haber medios adecuados para evaluar la situación, buenas razones para considerar que la naturaleza y la intensidad de las medidas que toman el causante de la contaminación y sus agentes son inadecuadas, y asesoramiento pericial para determinar la mejor manera de proceder, incluso para decidir entre dar directrices o que el Gobierno se haga cargo directamente de las operaciones.

6.3.2 El Gobierno tiene que ver a qué nivel se han de tomar las decisiones y tiene que procurar disponer de los medios necesarios en caso de que decida emprender directamente la acción.

6.3.3 Hay que señalar que son los propietarios del buque y los salvadores quienes suelen negociar y llevar a cabo las operaciones de salvamento y recuperación. Normalmente, el Gobierno sólo tratará de intervenir, para reducir al mínimo el riesgo o las consecuencias, en caso de que, con motivo de un accidente, se haya producido o se pueda producir una contaminación que ponga en peligro las costas del país u otros intereses conexos.

6.3.4 Aparte de intervenir, como se ha dicho antes, cuando se ha producido un siniestro puede que el Gobierno quiera tomar medidas, por medio de emisiones informativas de radio, destacando “buques de guardia” o por algún otro método eficaz, para comunicar a otros buques el suceso causante de contaminación, a fin de que no entorpezcan las operaciones ni se pongan en peligro ellos mismos.

6.4 Resarcimiento de los gastos

6.4.1 *Responsabilidad del causante de la contaminación*

6.4.1.1 El causante de la contaminación deberá responder de ella, al menos financieramente. Puede que él y las empresas industriales del ramo, tengan planes para contingencias y medios para hacer frente a los derrames. Sin embargo, los planes de ámbito nacional, local e internacional para contingencias se hacen en previsión de los casos en que ni el causante de la contaminación ni el sector industrial puedan llevar a cabo las operaciones de limpieza necesarias, por lo que el Gobierno tiene que encargarse de ellas para proteger los intereses de su población.

6.4.2 *Sistemas existentes para el resarcimiento de los gastos*

6.4.2.1 En los Apéndices I y II de la presente parte se resumen las vías existentes para obtener el resarcimiento de los gastos de limpieza en virtud del Convenio internacional sobre responsabilidad civil por daños causados por la contaminación de las aguas del mar por hidrocarburos, 1969, y del Convenio internacional sobre la constitución de un fondo internacional de indemnización de daños causados por la contaminación de hidrocarburos, 1971, así como del acuerdo TOVALOP y el contrato CRISTAL concertados por el sector industrial.

6.4.3 *Otros procedimientos*

6.4.3.1 Algunos países han dictado disposiciones adicionales para resarcirse de sus gastos administrativos y de los gastos diarios de organización; por ejemplo, cobrando una tasa a los buques que hacen escala en sus puertos.

6.4.4 *Seguros que amparan al causante de la contaminación*

6.4.4.1 Aunque la responsabilidad recae primordialmente sobre el propietario del buque y no sobre sus aseguradores, cualquier reclamación irá últimamente a parar a manos de éstos. Se sugiere que el Gobierno establezca contacto con los representantes competentes de los aseguradores, particularmente con las Asociaciones de protección e indemnización, tanto de antemano (para enterarles de sus planes para contingencias) como durante un suceso. No se permitirá que ese contacto menoscabe la posición fiscalizadora del Gobierno como protector del interés público.

7.1 Finalidad del plan

7.1.1 Como se explicó en el párrafo 2.6 del Capítulo II, la finalidad de todo plan para contingencias es que, tan pronto como se produzca un suceso, se inicien las operaciones anticontaminación con medios adecuados para minimizar la amplitud de los daños al medio ambiente.

7.1.2 Por lo tanto, mediante el plan para contingencia hay que establecer los procedimientos oportunos para que todos los organismos oficiales o de la industria capaces de hacer una aportación puedan aunar los medios disponibles para una rápida operación anticontaminación dirigida y coordinada por la autoridad designada al efecto.

7.2 Armonización del plan con otros preparativos para contingencias

7.2.1 Al planificar operaciones múltiples, como las relativas a un siniestro marítimo que entrañe riesgos para la vida humana a la vez que un peligro de contaminación, convendrá examinar con cuidado la compatibilidad de los planes respectivos y la prioridad que merezcan los distintos aspectos del suceso.

7.2.2 Por regla general, habrá que dar prioridad absoluta (por su importancia) a la eliminación o reducción de los riesgos para la vida humana. Pero, para hacer frente a los derrames con eficacia, la operación anticontaminación tiene que ser rápida y, probablemente, habrá que movilizar los medios necesarios al tiempo por lo menos que se lleva a cabo la labor de salvamento.

7.2.3 Tratándose de derrames peligrosos, por ejemplo los de productos químicos, gasolina, etc., es indispensable cuidar de no desplegar prematuramente los servicios y equipos de salvamento, sin haber tomado antes las precauciones pertinentes, porque las consecuencias pueden ser desastrosas.

7.2.4 Habrá que examinar la conveniencia de coordinar todos los aspectos de un suceso multifacético bajo un control unificado.

7.3 Ejemplo de planificación para contingencias de un país en su ámbito nacional (modelo canadiense)

7.3.1 Como se explicó en la introducción, es posible que los Gobiernos encuentren útil tomar nota, a modo de ejemplo, de los planes para contingencias en caso de contaminación establecidos en un determinado país. (Huelga

deben que se han hecho preparativos de esta índole con bastantes países). El ejemplo que se ofrece aquí se refiere a los preparativos del Canadá. El Gobierno federal canadiense, aplicando el concepto de organismo rector, ha elaborado planes de ámbito nacional y local para contingencias y, conjuntamente con los Estados Unidos, un plan de ámbito internacional. La exposición que se da a continuación se basa en la experiencia canadiense y en ella figuran algunos de los principios básicos de la planificación para contingencias. Por supuesto, los Gobiernos tendrán que adaptar el modelo canadiense a sus propias necesidades.

7.3.2 Estructura del mando

7.3.2.1 Se ha partido de la idea de conferir a la persona designada como jefe en el lugar del siniestro (O.S.C.) la autoridad y responsabilidad pertinentes para movilizar al personal que necesite según la naturaleza y el alcance de la operación particular que se emprenda. Como en principio no se pueden conocer de antemano la naturaleza ni la magnitud de un derrame, se considera que el personal al servicio del jefe, si se le diera carácter permanente podría carecer de la capacidad necesaria para una operación determinada. Cabe, sin embargo, que los planificadores prefieran poner a disposición del jefe un pequeño grupo de personal permanente, que se pueda aumentar según convenga para una operación determinada.

7.3.3 Personal al servicio del jefe

7.3.3.1 El personal al servicio del Jefe (C.T.)* es el que está a disposición del O.S.C. para una operación determinada. Lo integran personas que, en razón de su pericia y de los medios que controlan están en condiciones de hacer una aportación eficaz a una determinada operación de limpieza. En el caso que nos ocupa, la estructura y dotación de personal del jefe no están predeterminadas ni sujetas a norma alguna, sino que se ajustan a las necesidades de la operación de que se trate. En las operaciones pequeñas puede que no hagan falta más que dos o tres personas, mientras que en las grandes puede hacer falta una dotación completa y debidamente estructurada.

7.3.4 Dotación de personal al servicio del jefe

7.3.4.1 Si el personal al servicio del jefe es numeroso, cumplirá las siguientes funciones básicas:

- i) Operaciones – grupo encargado de planificar y ejecutar las operaciones;
- ii) Apoyo operacional – grupo encargado de suministrar el personal y los medios necesarios para las operaciones;
- iii) Administración – grupo encargado de la administración y del papeleo.

7.3.4.2 Puede que estas funciones tiendan a superponerse y el plan requiere, pues, que se coordinen estrechamente.

- iv) Relaciones con el público – el plan prevé un puesto de encargado de relaciones con el público adscrito al C.T., cuya misión es suministrar al público información suficiente y exacta.

* C.T.: Siglas inglesas de *Command Team*.

7.3.5 Especialidades que se recomienda tener en cuenta al elegir al personal al servicio del jefe

7.3.5.1 *En cualquier operación se necesita personal cuyas especialidades no sólo incluirán la manera de retirar los hidrocarburos y otras sustancias nocivas del agua o de las zonas costeras, sino también un conocimiento práctico de cómo funciona el equipo especial de limpieza de la contaminación y un conocimiento básico de las consecuencias que esas operaciones pueden tener para el medio ambiente.*

7.3.5.2 *A continuación se enumeran algunas de las actividades para las que se necesita personal con formación especializada:*

- i) Operaciones*
 - *Salvamento y recuperación, con las especialidades conexas tales como las necesarias para alijar en casos de emergencia.*
 - *Pericia en la extinción de incendios de hidrocarburos y productos químicos a bordo de un buque siniestrado, y en el agua.*
 - *Contención y remoción de hidrocarburos derramados en el agua.*
 - *Limpieza de playas y zonas costeras.*
 - *Construcción, incluso de diques y presas, rellenar con tierra y sacar tierra.*
 - *Manejo y control de vehículos marítimos, aéreos y terrestres.*
- ii) Apoyo a las operaciones*
 - *Vigilancia y reconocimiento desde buques y aeronaves.*
 - *Adquisición, mantenimiento y apoyo logístico de equipo, buques, aeronaves y vehículos terrestres.*
 - *Dotación y apoyo logístico de personal.*
 - *Previsión de diversas bases de operaciones sobre el terreno.*
 - *Comunicaciones.*
 - *Seguridad.*
 - *Control del tráfico y "acordonamiento" de zonas.*
 - *Biología marítima y del litoral y otras especialidades de ecología.*
 - *Hidrografía.*
 - *Meteorología.*
 - *Química.*
 - *Cuestiones jurídicas.*
- iii) Administración*
 - *Administración y financiamiento contractual y estatutario.*
 - *Administración de personal.*
 - *Archivos y documentación.*
 - *Preparación y distribución de informes.*

- iv) *Relaciones con el público* — *Informes y comunicados para el público por conducto de los medios informativos.*

7.3.5.3 *La lista precedente no es algo fijo, sino que debe modificarse de acuerdo con las necesidades de cada operación.*

7.3.6 Órgano ejecutivo

7.3.6.1 *Este órgano está integrado por el jefe sobre el terreno, su adjunto, el jefe o director de operaciones y los grupos de apoyo operativo y administrativo, así como el encargado de relaciones con el público. Sus funciones son:*

- *Informar al O.S.C. sobre la marcha de la operación.*
- *Recomendar lo que se ha de hacer en el futuro.*
- *Transmitir las decisiones e instrucciones a los grupos de trabajo.*

7.3.7 Organismos de apoyo

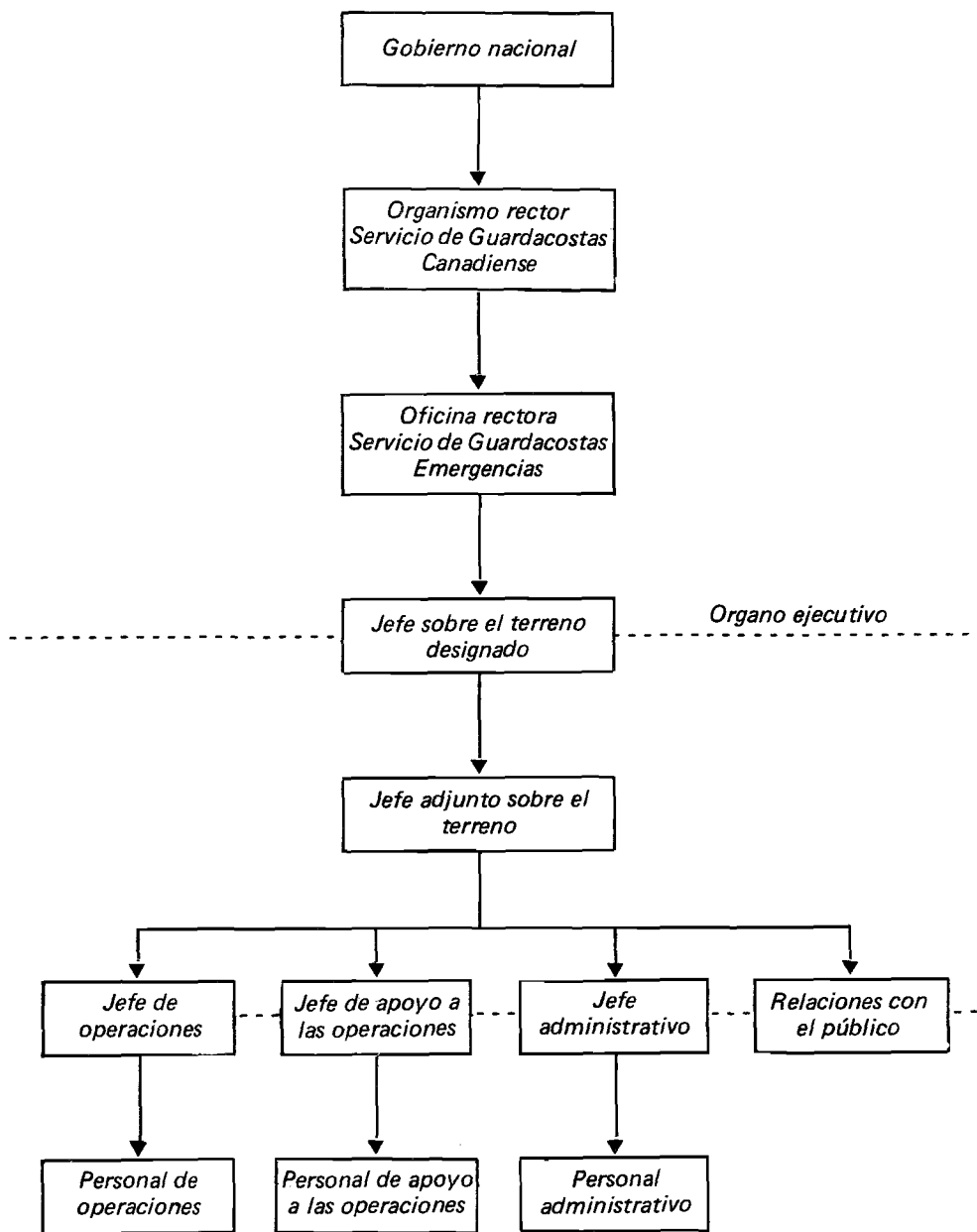
7.3.7.1 *En el contexto canadiense se define como un organismo de apoyo a todo organismo, público o privado, que pueda hacer aportaciones útiles de conocimientos técnicos, medios de cualquier tipo o personal para una operación. El personal al servicio del jefe estará integrado por los funcionarios de dichos organismos y del organismo rector según haga falta.*

7.3.8 Lista de posibles componentes del personal al servicio del jefe (C.T.)

7.3.8.1 *El plan para contingencias requiere que la oficina rectora mantenga listas de personas de los organismos rectores y de apoyo que:*

- i) *tengan los conocimientos técnicos, el control de medios o alguna otra función que les permita hacer una aportación útil al éxito de una operación;*
- ii) *hayan accedido a formar parte del (C.T.) cuando éste los convoque. Quizá el plan requiera que algunos de ellos sean llamados automáticamente a integrar el personal al servicio del jefe (el C.T. permanente mínimo) mientras que a los demás se les llama según convenga.*

7.3.8.2 *La lista de posibles componentes del C.T. será pues el documento básico para que el jefe pueda reunir al personal que necesite.*



7.3.10.1 Ninguna operación puede tener éxito sin comunicaciones adecuadas. Aunque se pueden utilizar, hasta cierto punto, las comunicaciones ya existentes en una zona de operaciones, cuando se trate de algo más que de una operación pequeña y breve, generalmente habrá que reforzarlas porque: el servicio normal

- puede ser insuficiente para las necesidades de la operación;*
- puede hacer falta para otras funciones de igual o mayor importancia que las operaciones de limpieza.*

Dentro de la zona de operaciones, la radio suele ser el medio de comunicación más práctico. La mayor parte de los buques y aeronaves tienen instalaciones de radio que pueden complementarse con los aparatos radioeléctricos portátiles de que dispondrá el personal del jefe.

7.3.10.2 Dados el gran volumen de comunicaciones y la necesidad de evitar interferencias de otros usuarios, en los planes canadienses se estipula la utilización de una frecuencia autorizada únicamente para operaciones de emergencia en el mar. (En el caso del Canadá, una de las primeras cosas que hizo la oficina rectora fue obtener la frecuencia discreta y conseguir el equipo necesario).

7.3.10.3 El funcionario sobre el terreno suele recibir la notificación inicial de un derrame y transmitirla a la oficina rectora. (Véanse los diagramas representativos en los párrafos 7.3.12 y 7.3.13). En el informe se incluyen los siguientes elementos informativos esenciales:

- hora y lugar donde se produjo el derrame;*
- naturaleza y cantidad del material derramado;*
- origen del derrame (incluidos situación, características, propietario, etc.);*
- condiciones meteorológicas, estado de la mar y de los hielos marinos (cuando proceda) en la zona del derrame;*
- movimiento de la mancha y consecuencias posibles;*
- nombre del jefe sobre el terreno y lugar donde se encuentra;*
- acción emprendida;*
- acción proyectada;*
- otra información pertinente.*

7.3.11 Frecuencia de los informes

7.3.11.1 En los planes se estipulan la frecuencia mínima con que debe informar el O.S.C. (por ejemplo una o dos veces por día, etc) con indicación de cualquier otro informe complementario o especial requerido. El plan prevé la utilización de un modelo para informes internos, que pueden ser de dos tipos:

- i) Actuación (Act) – Se pide o insta al destinatario que actúe del modo concreto que detalla el informe sobre actuación.*
- ii) Información (Info) – Se comunican al destinatario la evolución de la situación y los planes del informante.*

7.3.11.2 Los informes de advertencia, sobre actuación y de información pueden ir combinados en un informe de situación (Sitrep) normalizado, tal como el siguiente modelo ilustra:

Fecha/hora grupo

De (Remitente)

A (Destinatarios de los informes sobre actuación)

Info (Destinatarios de los informes para fines de información solamente)

Sitrep (Número del informe)

Suceso causante de contaminación (identifíquese el caso)

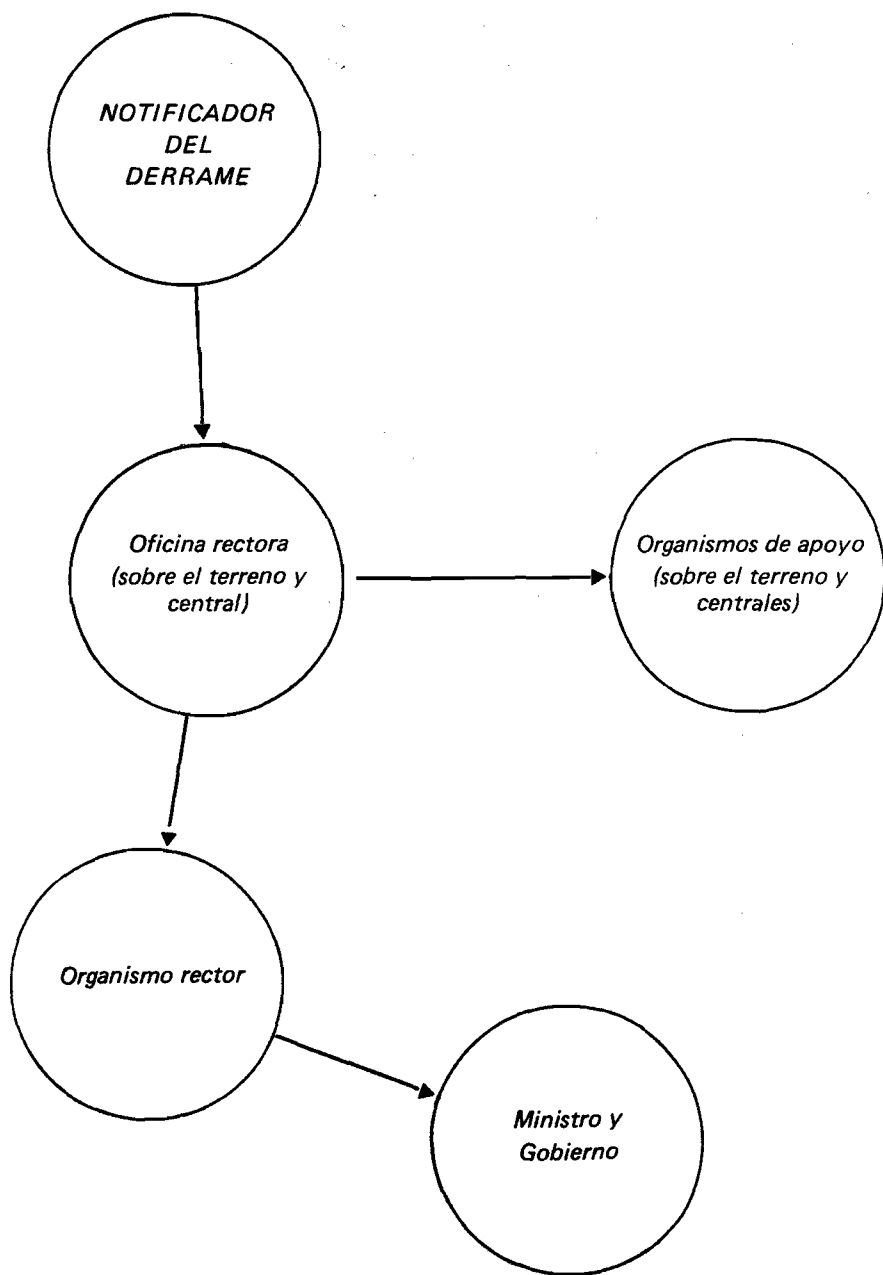
i) Situación

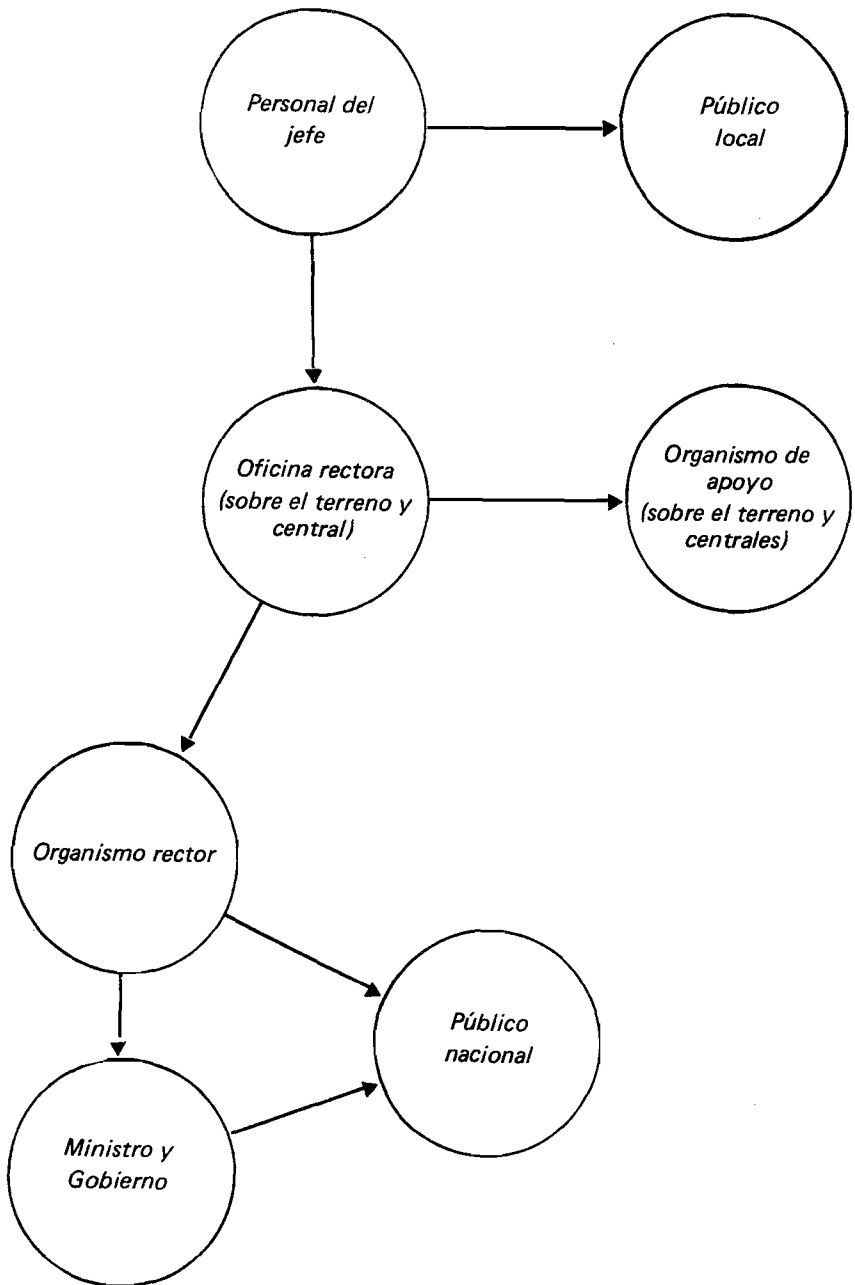
ii) Actuación

iii) Planes futuros y recomendaciones

iv) Estado del caso (pendiente/terminado/etc.)

Actuación solicitada del destinatario.





7.3.14.1 *En el plan canadiense se estipula que, al comenzar una operación, el O.S.C. designará como jefatura de operaciones un centro desde el cual él y su personal controlarán la operación. Ciertas consideraciones operacionales, tales como la proximidad a la zona afectada y la disponibilidad de comunicaciones, transportes y servicios logísticos dictarán la elección del lugar en que se establecerá dicha jefatura. Si conviene, se pueden establecer puestos auxiliares de la jefatura para que se ocupen de otros aspectos de la operación, pero la jefatura de operaciones está claramente establecida como oficina del jefe y de su personal, y como punto de contacto para la difusión de información al público.*

Nota: Si el derrame se produce en un sitio remoto, la necesidad de contar con buenas comunicaciones puede ser el criterio decisivo en la elección del punto donde se establecerá la jefatura. En algunos casos se puede suplir esa necesidad mediante un centro móvil de comunicaciones o un buque dotado de equipo de comunicaciones adecuado.

7.3.15 Provisión de fondos/Resarcimiento de los gastos

7.3.15.1 *En virtud del plan para contingencias preparado por el organismo rector, el O.S.C. está facultado para gastar fondos públicos en una acción de defensa durante una emergencia. Por supuesto, tendrá que llevar rigurosa cuenta de dichos gastos a fin de que el organismo rector pueda resarcirse en el causante de la contaminación.*

7.3.16 Examen retrospectivo y evaluación de la operación

7.3.16.1 *En el plan se exige que, al terminarse una operación, se haga un buen examen retrospectivo a fin de recoger, cotejar y difundir las enseñanzas sacadas de ella. Es indispensable recopilar los documentos y mantener expedientes fidedignos y completos.*

CAPITULO VIII – PLANES PARA CONTINGENCIAS DE AMBITO LOCAL

8.1 Los factores examinados en el Capítulo V han sido expuestos suponiendo que pueden asumir responsabilidades de planificación y de orden operacional tanto organizaciones de ámbito nacional como las de ámbito local para hacer frente a los derrames. La asignación de funciones a nivel nacional o local dependerá, en gran parte, de cuáles son las subdivisiones geográficas, políticas y administrativas del país.

8.2 Cuando se opte por un régimen local, la autoridad responsable habrá de tener en cuenta todos los factores pertinentes del Capítulo VII, pero es preferible confiar al órgano central las cuestiones de política y las relaciones con organizaciones nacionales ya expuestas en ese Capítulo.

8.3 El órgano central es el que habrá de decidir qué grado de autoridad procede conferir a la organización local. Sin embargo, es probable que la operación anticontaminación se emprenda mucho más rápidamente si esta organización queda autorizada, de modo permanente, para tomar la iniciativa y actuar sin tener que pedir autorización previa a la sede central cada vez que va a ejecutar su plan. Se hará así con sujeción a cuantas directrices políticas se consideren necesarias y subsistiendo la obligación de comunicar a la autoridad nacional todos los sucesos y las operaciones, de modo que esa autoridad esté siempre informada y pueda asumir el mando de las operaciones si las circunstancias lo exigen.

8.4 Los planes de ámbito local en el Canadá

8.4.1 *En general, los planes de ámbito local se elaboran para determinadas zonas marítimas en las que:*

- *es grande la probabilidad de que se produzcan derrames;*
- *las consecuencias de los derrames pueden ser graves.*

8.4.1.1 *Los planes de ámbito local, que se establecen respecto de cualquier zona en la que el Gobierno nacional estime que son necesarios, constituyen elementos esenciales de los preparativos para contingencias que hace el país en todo el ámbito nacional. En lo referente a la estructura de mando más apropiada y a otros elementos, estos planes prevén la intervención de oficinas sobre el terreno (del organismo rector, de la oficina rectora y de los organismos de apoyo), más bien que de oficinas nacionales. El organismo rector nacional puede llegar a la conclusión de que, en ciertas zonas o localidades, otro organismo estará en mejores condiciones que él para montar rápidamente una operación anticontaminación. Ese organismo puede ser nacional, regional (provincia o Estado) o local (municipio, autoridad portuaria, etc.). Al delegar autoridad en esos organismos, el organismo rector nacional se asegura de que:*

- el organismo delegado sólo se encarga de derrames a los que sea capaz de hacer frente;
- el organismo nacional se reserva el derecho a aprobar los planes para contingencias del organismo delegado;
- el organismo nacional se reserva el derecho a hacerse cargo de una operación de limpieza determinada si ve que no alcanzan los recursos del organismo delegado.

8.4.1.2 Como los planes de ámbito local sólo abarcan zonas pequeñas, son más específicos que los planes nacionales en cuanto a la previsión de cualquier riesgo particular y de los medios que ha de tener a su disposición el O.S.C. y en cuanto a la elaboración de procedimientos para ayudar a ejecutar las operaciones.

8.4.2 Riesgos típicos:

- sectores acuáticos, o próximos a éstos, en que son considerables el movimiento y almacenamiento de hidrocarburos y sustancias nocivas;
- zonas de operaciones mar adentro;
- zonas de navegación congestionada o peligrosa.

8.4.2.1 Los planes de ámbito local abarcan también zonas e instalaciones que podrían verse gravemente afectadas por un derrame, en particular:

- fuentes y tomas de agua;
- pesquerías y criaderos de peces;
- habitats de la fauna y la flora y reservas para aves;
- playas de esparcimiento, parques litorales e instalaciones recreativas;
- clubs de yates y puertos para yates;
- instalaciones particularmente expuestas a los incendios y a las sustancias nocivas.

8.4.3 Medios de defensa típicos:

8.4.3.1 El O.S.C. ha de estar concretamente enterado de la ubicación y disponibilidad de:

- equipo de limpieza y combinaciones de tal equipo;
- instalaciones para almacenar, tratar o eliminar material contaminado;
- buques, botes, aeronaves y vehículos;
- comunicaciones (incluido el equipo para trabajar en la frecuencia discreta);
- otros puertos, fondeaderos y rutas de navegación para desviar el tráfico;
- autoridades de control del tráfico marítimo.

el O.S.C. en caso de emergencia.

8.4.3.3 Por último, en el plan local se especifica que, si la operación parece rebasar la capacidad de actuación local, se pondrán en marcha los planes de ámbito nacional o internacional, con sus estructuras de mando y medios respectivos.

9.1 Información que debe tenerse presente al elaborar un plan

9.1.1 La comunidad de intereses en una misma zona determinará en gran parte si los arreglos internacionales para hacer frente a los derrames han de tener carácter bilateral o multilateral. No cabe duda de que, en el primer caso bastará con que los dos Gobiernos interesados se pongan de acuerdo; pero si son varias las naciones interesadas habrá que examinar la posibilidad de recabar asistencia de la OCMI en la formulación de los arreglos para contingencias, incluso, cuando convenga, arreglos regionales.

9.1.2 En todos los arreglos habrá que prever el intercambio de información sobre:

- i) los medios que puede aportar cualquiera de las partes;
- ii) la oficina responsable en cada Gobierno y los medios de comunicación utilizables en caso de necesidad;
- iii) los sucesos que ocurran y el avistamiento de derrames, cuando haya probabilidad de que afecten a otras partes en los arreglos;
- iv) experiencia derivada de la lucha contra los derrames y de programas conexos de investigación y desarrollo tecnológico.

9.1.3 Los arreglos pueden ser, fundamentalmente, de dos tipos.

9.1.3.1 Puede preferirse, por ejemplo, trazar un plan conjunto que prevea o no la ejecución común de operaciones anticontaminación. En ese caso habrá que tener presente las siguientes cuestiones y tomar decisiones al respecto:

- i) la división de responsabilidades entre las partes, que se puede hacer sobre la base de zonas geográficas con arreglo a los métodos para hacer frente a los sucesos, etc.;
- ii) la armonización de los planes y la política dentro de cada ámbito nacional para facilitar así las operaciones anticontaminación conjuntas;
- iii) la ejecución del plan conjunto;
- iv) el control de la operación, el cual puede atribuirse a la parte en cuya zona de competencia se produzca el suceso, o también a aquella de las partes que tenga servicios e instalaciones particularmente buenos para dicho control;

- v) el control de los medios disponibles en cada ámbito, siendo las opciones:
 - que cada parte conserve el control táctico de sus propios medios, bajo la coordinación general del Gobierno rector; y
 - que las partes sometan los medios necesarios al control táctico del Gobierno rector;
- vi) la concertación previa de la autorización de los organismos competentes, tales como las aduanas, para transbordar el equipo y el material de limpieza necesarios;
- vii) los medios y vías de comunicación entre las autoridades de cada parte nacionales, incluido el posible intercambio de oficiales de enlace, por ejemplo, para:
 - coordinar los medios de lucha adicionales que hagan falta;
 - coordinar la difusión de comunicados a los medios informativos y las relaciones con el público en general.

9.1.3.2 Por otra parte, puede suscribirse un simple arreglo de asistencia mutua en virtud del cual una parte puede pedir a la otra que le preste ciertos medios de lucha (equipo, o equipo y personal). Incluso en ese caso, habrá que dejar bien sentado si tales medios serán puestos totalmente a disposición del Gobierno peticionario o si habrán de seguir bajo el control táctico del Gobierno que los facilite.

9.2 Financiación de las operaciones conjuntas

9.2.1 Sea cual fuere el tipo de arreglo que se ponga en práctica, habrá que dejar bien sentado cómo se va a financiar la operación y cómo se proveerá luego al resarcimiento de los gastos.

9.2.2 Aunque las circunstancias pueden variar, en principio parece justo que en toda operación conjunta cada Gobierno participante se encargue de costear su propia parte, así como de resarcirse de sus propios gastos en el causante de la contaminación.

9.2.3 En cambio, cuando se trate del tipo de arreglo descrito en el párrafo 9.1.3.2 anterior, en que un Gobierno presta simplemente asistencia a otro, parece más justo que este último costee todos los gastos del primero y asuma la responsabilidad de cualquier acción para el resarcimiento correspondiente.

9.3 Planificación conjunta

9.3.1 La elaboración de un plan conjunto, para contingencias se puede enfocar de varias maneras. A continuación en el apartado 9.4, se cita como ejemplo, de planificación conjunta para contingencias el plan concertado entre los Gobiernos del Canadá y de los Estados Unidos. Puede ocurrir, sin embargo, que problemas lingüísticos, las distancias entre los países de que se trate, las diferencias de estructura orgánica, etc., hagan que, en otras regiones, no resulte viable un mando integrado de ese tipo. En tales casos los arreglos internacionales para contingencias tendrán que ser de carácter más general y habrá que asegurar la coordinación de las operaciones conjuntas; por ejemplo, mediante el intercambio de oficiales de enlace y por otros medios de comunicación previstos al efecto. En algunas regiones, los planes bilaterales se pueden combinar eficazmente con arreglos internacionales más amplios.*

9.4 Plan conjunto Canadá/Estados Unidos para contingencias causantes de contaminación del mar por derrames de hidrocarburos y otras sustancias nocivas

9.4.1 *Se preparó el plan conjunto para contingencias con el fin de hacer frente a derrames en aguas de interés mutuo. En lo fundamental, el plan integra los elementos incorporados a los planes establecidos por los dos países participantes en sus respectivos ámbitos nacionales a fin de formar el personal mixto de la jefatura de las operaciones, utilizando las estructuras de mando correspondientes a los planes de ámbito nacional y local de uno y otro país.*

9.4.2 Sectores de responsabilidad

9.4.2.1 *Los Gobiernos participantes se han puesto de acuerdo sobre quién se va a encargar de cada uno de los sectores en que se han dividido las aguas afectadas por el plan.*

9.4.2.2 *Inicialmente asumirá el mando de la operación de limpieza el país que tenga a su cargo el sector donde se produzca el derrame. Si el grueso de la operación se traslada al sector del otro país, este último podría asumir el mando. No obstante, si el cambio de mando pudiese entorpecer las operaciones, el plan tiene flexibilidad suficiente para permitir que siga ejerciendo dicho mando el país mejor preparado para desarrollar la operación en lo tocante a equipo, personal y conocimientos técnicos.*

9.4.3 Personal mixto al servicio del jefe (J.C.T.)**

9.4.3.1 *El J.C.T. es la organización encargada de llevar a cabo la operación de limpieza; agrupa a funcionarios procedentes de los dos países y nombrados por la persona designada como jefe sobre el terreno para integrar el personal que se encargará de una operación de limpieza determinada. En lugar de atribuirse rígidamente al J.C.T. un número de personas para todas las operaciones, el plan permite que el O.S.C. decida la dotación del J.C.T. según convenga a las necesidades particulares de cada operación. Una vez especificadas en el*

* La OCMI puede facilitar modelos de arreglos internacionales existentes.

** J.C.T.: Siglas inglesas de *Joint Command Team*.

cada uno de ellos asumirá el mando de las operaciones que le correspondan, pero ambos países se comprometen a suministrar personal para el J.C.T., en la medida que lo permitan sus posibilidades y conocimientos técnicos. En el plan Canadá/Estados Unidos, se estipula que el adjunto del O.S.C. deberá ser del otro país.

Nota: Este principio podría extenderse a un J.C.T. plurinacional, en cuyo caso habría que ampliar hasta cierto punto el citado procedimiento. Quizá lo más sencillo sería dejar que el O.S.C. nombrase a su adjunto. Cada país facilitaría luego los funcionarios que necesitare el O.S.C. para llevar a cabo una operación determinada. El O.S.C. deberá estar facultado para requerir los servicios de cualquier funcionario de cualquiera de los países participantes, que necesite para una operación determinada.

9.4.3.2 No obstante, se sugiere recabar el asesoramiento de la OCMI cuando se tenga intención de elaborar arreglos multilaterales.

9.4.4 Lista de posibles componentes del J.C.T.

9.4.4.1 La oficina rectora de cada país lleva una lista puesta al día de todas las personas que por sus conocimientos o por los medios que controlan pueden hacer una aportación a una operación de limpieza. La oficina rectora se cerciora de que todas las personas cuyos nombres figuran en la lista están dispuestas a participar en una operación si se lo pide el O.S.C. Este utilizará esas listas para reunir a los que hayan de formar la dotación de su J.C.T.

9.4.5 Estructuración del J.C.T.

9.4.5.1 La estructuración del J.C.T. y las especialidades que abarcará deberán amoldarse a las necesidades de la operación: de que se trate. No obstante, se sugiere seguir la pauta dada en el párrafo 7.3.2 del Capítulo VII, añadiendo, en caso necesario, servicios de traducción.

9.4.6 Comunicaciones

9.4.6.1 Son aplicables los mismos procedimientos generales expuestos en el párrafo 7.3.10 del Capítulo VII. Sin embargo, en lo referente a la frecuencia discreta, Canadá y Estados Unidos acordaron fijar una cuando estaban preparando el plan y la incluyeron luego en él. En este caso, la frecuencia escogida fue la que utilizaban los dos países en sus propios planes de operaciones anti-contaminación para casos de emergencia.

9.4.7 Informes y relaciones con el público

9.4.7.1 Los procedimientos internos de información permiten que los Gobiernos de los respectivos países participantes estén al tanto de lo que ocurre. Esto se hace, sencillamente, ampliando el número de destinatarios de los informes de "Actuación" o para fines de "Información" del "Sitrep" interno (véase el párrafo 7.3.11 del Capítulo VII). Además, es posible que la tarea de informar a los medios periódicos de ambos países en más de un idioma aconseje ampliar la sección de relaciones con el público del J.C.T. En el plan se exige que toda la información destinada al público proceda de una sola fuente.

9.4.8.1 *Como una operación internacional depende más de la cooperación internacional que de la autoridad y de los medios de uno de los Gobiernos, los planes conjuntos exigen añadir otros elementos a los previstos en los planes de ámbito nacional y local.*

9.4.9 Aplicación del plan conjunto

9.4.9.1 *En el plan se estipulan los supuestos de su aplicación. Entre éstos figuran los siguientes:*

- i) derrame en los límites de un sector o en sus proximidades;*
- ii) la mancha del derrame ocurrido en un sector se dirige, o hay probabilidad de que se dirija, hacia otro;*
- iii) derrame en un sector a cargo de un país que no tiene capacidad suficiente para llevar a cabo la limpieza sin ayuda del otro.*

9.4.9.2 *En el plan se estipula también quién se ha de encargar de la ejecución.*

- iv) puede ejecutar el plan el país en cuyo sector se produce el derrame;*
- v) puede ejecutar el plan el país en que es más probable que se sufran las consecuencias del derrame;*
- vi) se puede ejecutar el plan mediante un acuerdo entre ambos países.*

9.4.10 Terminación de las operaciones conjuntas

9.4.10.1 *Del mismo modo, se estipula en el plan el procedimiento para su terminación. Existen dos posibilidades:*

- i) ha terminado la operación de limpieza;*
- ii) las operaciones se han reducido al sector de uno de los dos países y éste tiene capacidad suficiente para terminarlas.*

9.4.11 Provisión de fondos

9.4.11.1 *Tal vez la cuestión más compleja sea la provisión de fondos para las operaciones. El costo de las operaciones de gran envergadura es considerable, y el desembolso de sumas cuantiosas, que no suelen estar presupuestadas, en operaciones conjuntas puede tener no sólo consecuencias financieras importantes sino repercutir también en las relaciones políticas e internacionales. Aunque se reconoce que el causante de la contaminación es financieramente responsable, las operaciones no se pueden demorar mientras se trata de obtener fondos de dicho causante. Por consiguiente, los Gobiernos utilizan sus propios recursos financieros para la operación y luego toman medidas para que el causante de la contaminación reembolse los gastos en una fecha ulterior.*

9.4.11.2 *En el plan Canadá/Estados Unidos se determina qué país va a correr con los gastos correspondientes a cada aspecto de una operación. En lo que respecta a los Grandes Lagos, aporta los fondos el país en cuyas aguas se produce inicialmente el suceso causante de contaminación. O sea que el país*

que proporciona el O.S.C. proporciona también los fondos. En el caso de las aguas limítrofes de los litorales del Atlántico y del Pacífico, cada país aporta los fondos para todas las operaciones realizadas en su propio sector.

9.4.12 Resarcimiento de los gastos

9.4.12.1 *En el plan Canadá/Estados Unidos se dispone que cada país lleve cuenta detallada de sus gastos en una operación. En segundo lugar, el plan prevé una estrecha cooperación en los esfuerzos para resarcirse de dichos gastos ya en el causante de la contaminación o en cualquier fondo para contingencias que entrañen contaminación o en cualquier sistema de seguro, en los que sea parte. El país encargado de aportar los fondos para la operación es el que interpone la acción para el resarcimiento.*

CAPITULO X – CONCLUSION

10.1 En esta parte del Manual se ha intentado describir los elementos de la organización de operaciones anticontaminación y de la planificación para contingencias que se necesitan para hacer frente a derrames de hidrocarburos y de productos químicos. Se ha centrado la atención en las cuestiones esenciales que hay que tener presente y resolver.

10.2 No se ha intentado establecer una organización ni una cadena de mando rígidas, ya que esos aspectos dependerán en gran parte de características y circunstancias propias de cada país tales como:

- i) la naturaleza y la magnitud de la amenaza;
- ii) las respectivas características geográficas;
- iii) las repercusiones de una contaminación en el medio ambiente;
- iv) la estructura de las subdivisiones gubernamentales y nacionales;
- v) la posibilidad de recurrir a organizaciones existentes adecuadas.

10.3 Como en este documento se describen más bien funciones que puestos, es el Gobierno interesado quien habrá de determinar hasta qué punto conviene subdividir dichas funciones o asignarlas a una persona u oficina.

10.4 Se han dado detalles del sistema adoptado por el Gobierno canadiense, a modo de ejemplo de uno de los muchos dispositivos para contingencias que se han montado por todo el mundo.

10.5 Hay que reiterar, finalmente, que los derrames de grandes proporciones suelen ser consecuencia de un suceso, tal como un accidente de navegación, en el cual la contaminación no es más que uno de los aspectos que concurren con otras cuestiones importantes como el salvamento de vidas humanas, la extinción de incendios, etc. Es indispensable estudiar la compatibilidad entre sí de los planes relativos a esos otros elementos, armonizarlos y establecer el orden de prelación que atribuirá a cada uno.

CAPITULO 13

LOGISTICA, MANTENCION Y COMUNICACIONES

J. H. Balmelli
Armada de Chile

LOGISTICA, MANTENCION Y COMUNICACIONES13.1 Consideraciones previas

Como se ha señalado anteriormente, la efectividad para combatir un derrame de hidrocarburos en el mar depende de varios factores, entre ellos: la disponibilidad de equipos y materiales, y el oportuno y adecuado empleo de estos medios por personal especializado. Lo primero podría llamarse "Logística del Material" y lo segundo "Operación de los Medios".

13.2 Logística de materiales

Es el conjunto de acciones permanentes o semipermanentes tendientes a contribuir en la mejor forma posible al desarrollo de las operaciones, tanto en los alrededores de los Centros de Combate de Contaminación (CCC) como en lugares distantes donde sea factible trasladar personal, equipos y materiales.

En consecuencia, la Logística del Material es el producto de la combinación de las siguientes funciones:

- Provisión
- Almacenamiento
- Control
- Distribución o traslado
- Mantenimiento

El elevado costo de los equipos y materiales empleados en el combate de la contaminación por derrames de hidrocarburos requiere de una buena logística en los términos señalados anteriormente.

Debe tenerse en cuenta que la reposición de materiales dañados o mal cuidados es costosa y necesita de mayor tiempo que un proceso normal de stock planificado. Por otra parte, al no contar con los equipos y materiales en buen estado, no podrá ejecutarse operaciones con prontitud y eficiencia en una emergencia.

El desarrollo de todas las funciones logísticas señaladas requiere de un grupo organizado de personas idóneas que tengan a su cargo el cuidado y buen estado de los equipos y materiales.

Esta acción debe ser permanente ya que contribuirá también a la capacitación del personal que operará los medios.

Para los efectos de definición, los elementos utilizados en la contención y recuperación de derrames de hidrocarburos se dividen en:

- Equipos: Embarcaciones, vehículos, equipos de comunicaciones, bombas, recuperadores gravitacionales, recuperadores mecánicos (oil mop, etc.), raseras y todos aquellos sistemas que posean sofisticación mecánica o motriz.
- Materiales: Barreras, anclas, cadenas, cabos, cables de alambre, herramientas (palas, chuzos, rastrillos, etc.), flotadores, absorbentes, dispersantes, aglutinantes y todos aquellos elementos o sustancias simples empleados en un derrame. Asimismo, en esta categoría se clasifica la ropa de trabajo y de seguridad para el personal del CCC. (Cascos, salvavidas de chaleco, guantes, botas, etc.)

13.3 Operación de los Medios

Funciones logísticas. Antes de entrar a detallar cada una de las funciones logísticas es necesario determinar el grupo de personas que tendrá estas responsabilidades a su cargo, de manera de establecer líneas de mando y asesoría técnica de acuerdo al sistema institucional vigente.

Normalmente, un Centro de Combate de Contaminación (CCC) está a cargo de un especialista, de quien dependerá un Grupo de Operación y un Grupo de Apoyo Logístico (GAL). Cuando se produce un derrame, o cuando se efectúan períodos de entrenamiento, es evidente que el CCC no contará de inmediato con la totalidad de su personal. Sin embargo, para los efectos de las funciones logísticas, es necesario mantener una acción constante o sujeta a períodos, especialmente en lo que se refiere a control y mantención de equipos y materiales.

13.3.1 Grupo de Apoyo Logístico

El GAL debe estar integrado por personal especializado, y en lo posible especialista, en combate de derrames, para que se pueda proceder rápida y correctamente ante una demanda de medios producida por una emergencia o ejercicio.

Una forma adecuada de constituir un Grupo de Apoyo Logístico (GAL) es el siguiente:

- 1 Jefe (especialista en contaminación)
- 1 Pañolero
- 2 Mantenedores
- 2 Ayudantes

13.3.2 Deberes del GAL

Las siguientes atribuciones y obligaciones corresponden a los miembros del GAL:

Jefe (especialista en contaminación)

- a. Velar por el correcto cumplimiento de las directivas superiores relativas a equipos y materiales para el combate de derrames.
- b. Mantener un control permanente y actualizado de los medios existentes, con indicación de su grado de operatividad.
- c. Informar las necesidades de reposición de materiales para mantener los niveles mínimos de operación.
- d. Requerir los recursos o elementos necesarios para la mantención de equipos.
- e. Tener presente la ubicación y disponibilidad de los medios de transporte a requerirse en una emergencia o ejercicio (embarcaciones, vehículos terrestres, aeronaves, etc.).
- f. Emitir las normas de funcionamiento interno y de control del personal bajo sus órdenes.

Pañolero

- a. La custodia de los equipos y materiales contenidos en el almacén o pañol del GAL.
- b. Controlar el movimiento de equipos y materiales, llevando las tarjetas de Kárdex respectivas.
- c. Confeccionar la documentación para la reposición de medios o para obtener recursos para su mantención.

Mantenedores

- a. Revisar periódicamente los equipos, cumpliendo con las instrucciones de mantención de los catálogos de fábrica o directivas superiores.
- b. Llevar un historial de cada equipo con indicación de horas de uso, reparaciones, controles, fallas, etc.

- c. Mantener un stock de herramientas suficiente para mantener y reparar los equipos.
- d. Informar oportunamente los requerimientos de repuestos o consumos para los equipos.
- e. Controlar las fuentes de energía para el uso de los equipos (combustibles, energía eléctrica, etc.), manteniendo los niveles de operación.

Ayudantes

- a. Conservar el orden y buena estiba de los equipos y materiales en el pañol o almacén.
- b. Mantener los elementos de maniobras necesarios para operar y trasladar los equipos y materiales (jarcia, estrobos, grilletes, cadenas, anclas, flotadores, etc.).
- d. Contribuir a las funciones del Pañolero y de los Mantenedores cuando sea necesario.
- d. Informar oportunamente de los requerimientos de elementos de maniobras y de equipos de trabajo para el CCC.

13.4 Provisión de equipos y materiales

Un CCC deberá mantener constatemente un stock de equipos y materiales de acuerdo a las directivas superiores. El Jefe del GAL verificará continuamente la existencia de los niveles mínimos de operación con el propósito de solicitar la reposición de los elementos faltantes o la autorización para dar de baja aquellos materiales que se encuentren en mal estado u obsoletos. Debe darse especial importancia a aquellas substancias o materiales que tengan un período de efectividad determinado (indicado por sus fabricantes), como es el caso de productos químicos de duración controlada.

La función de Provisión contempla también el abastecimiento de repuestos (partes y piezas) para todos los equipos. Generalmente, de acuerdo a lo indicado en los catálogos y manuales de operación y mantenimiento de equipos, existen procesos de control planificado (recambio de piezas, filtros, sellos, etc.) que deben ser efectuados en base a las horas de uso de cada equipo.

De allí surge la necesidad de contar en el GAL con un nivel mínimo de repuestos (allowance) que permita asegurar la operación de los equipos en cualquier momento.

Las peticiones de equipos, materiales y repuestos, deben ser efectuadas oportunamente por los canales normales logísticos del Servicio, considerando las demoras normales en recibir aquellos elementos que provengan del extranjero o de otras localidades del país.

13.5 Almacenamiento

13.5.1 Requisitos básicos

El almacenamiento de los equipos y materiales de un GAL debe ser consecuente con las siguientes premisas básicas:

- a. Las instalaciones deben estar ubicadas en un lugar accesible, en lo posible por mar y por tierra, lo que contribuirá a la rapidez de respuesta.
- b. El recinto debe contar con un pañol y un patio de maniobra, ambos en un espacio cerrado y protegido contra el acceso de personas ajenas al Servicio.
- c. El pañol debe estar construido de tal forma que permita el máximo de protección de los materiales y/o equipos.
- d. El recinto debe contar con servicios de luz, agua potable, comunicaciones y estanques o depósitos de combustibles.

13.5.2 Características del pañol

Es necesario determinar las condiciones ideales del pañol del GAL de manera de poder guardar en su interior todos los materiales y equipos necesarios, considerando además disponibilidad de espacio para un aumento de medios.

El pañol debe estar diseñado para mantener solamente los elementos asignados para una respuesta rápida a un derrame. No debe confundirse con un depósito general para todos los materiales y equipos que se posea, lo que evidentemente requiere de mayor espacio y en un eventual atochamiento podría hacer difícil el suministro al Grupo de Operaciones.

En el diseño hay que tomar en cuenta un espacio (oficina) destinado a guardar la documentación del GAL y los implementos sofisticados que requieran de mayor cuidado, tales como equipos de comunicaciones.

En lo posible el pañol deberá tener estructura metálica y suelo de concreto, accesos fáciles, ventilación y equipos contra incendio.

13.5.3 Patio de maniobra

Como se mencionó anteriormente, es indispensable que el recinto de un GAL cuente también con un área descubierta anexa a las instalaciones, un Patio de Maniobra.

Este Patio de Maniobra requiere de un cerco de seguridad y también debe ser accesible por vehículos. Su superficie será proporcional al tamaño del pañol y, en todo caso, al número de medios del GAL.

Los usos alternativos de este sector pueden ser los siguientes:

- a. Estacionamiento de vehículos destinados al CCC.
- b. Estacionamiento de equipos móviles (recuperadores, acoplados con barreras, etc.).
- c. Aseo de elementos (barreras, recuperadores, bombas, mangueras, etc.).
- d. Faenas de mantención de equipos.
- e. Estanques o depósitos de combustibles para equipos.

Es fundamental que el Patio de Maniobra posea un sistema de acopio y evacuación de aguas de lavado con el fin de evitar una fuente propia de contaminación.

13.6 Control

Como se estableció anteriormente, corresponde al Jefe del GAL y al Pañolero controlar los equipos y materiales depositados en el recinto.

Esta función de control se refiere a existencias de medios y a su estado operativo, y requiere las siguientes acciones:

- a. Mantener un cuadro demostrativo de dotación de medios del GAL, aprobado por la organización superior.
- b. Llevar tarjetas Kárdex con indicaciones de ubicación, cantidad, calidad, nomenclatura, uso determinado, niveles críticos y niveles óptimos, fechas de ingreso, fechas de consumo y de reposición, etc.
- c. Llevar un historial de equipos con indicación de fecha de ingreso, tipo de equipo, marca, capacidad, combustible que usa, horas de uso, mantención preventiva, reparaciones, etc.

También está comprendida dentro de esta función la estadística de rendimiento y operación de equipos y materiales, información que deber ser elaborada en conjunto con el Grupo de Operaciones, con el propósito de proponer a la organización superior nuevas acciones o modificaciones a los planes de adquisición de medios.

13.7 Distribución y traslado

Otras de las funciones logísticas del Grupo de Operaciones es el transporte de los elementos hasta las cercanías de los lugares afectados por la contaminación.

Esta función de transporte, que comprende distribución y traslado, requiere de medio móviles para ejecutarla, los que son principalmente los siguientes:

- a. Camiones, camionetas o tractores.
- b. Acoplados (vagonetas, carros tipo coloso, etc.).
- c. Embarcaciones (lanchas, balsas, etc.).

Es recomendable que los miembros del GAL estén facultados para conducir vehículos e incluso que tengan experiencia como patrones de embarcaciones, aún cuando éstas sean maniobradas preferentemente por personal del Grupo de Operaciones.

No debe olvidarse que la efectividad de respuesta ante un derrame depende también en gran medida de la rapidez con que se acuda al lugar afectado con los medios seleccionados.

Es conveniente recordar una alternativa práctica de transporte: el uso de carros móviles para el combate de contaminación. Estos vehículos pueden estar constituidos por acoplados tipo camión o por contenedores remolcados.

En el caso de derrames menores o para iniciar una operación de contención en forma inmediata, es útil poseer estos carros móviles, siempre que existan vías de comunicación que permitan desplazarlos hasta las inmediaciones del lugar afectado.

Un carro móvil, o contenedor, debe estar equipado básicamente como sigue:

- a. Equipos de comunicaciones portátiles (Walkie Talkie).
- b. Equipo personal de trabajo (casco de seguridad, salvavidas de chaleco, guantes y buzo de trabajo).

- c. Herramientas (palas, chuzos, horquetas, combos, rastrillos finos, etc.).
- d. Jarcía (estobos, cabos, etc.).
- e. Materiales absorbentes (barreras, palletes, etc.).
- f. Materiales adsorbentes (espuma plástica, paja, viruta de madera, etc.).
- g. Recuperadores portátiles.
- h. Baldes, tambores o estanques para recuperar el petróleo.
- i. Bombas portátiles.
- j. Dispersantes, aglutinantes y otras sustancias.

13.8 Mantenición

La función de mantención está orientada hacia una buena conservación de los equipos de combate de la contaminación, lo que permite alargar su vida útil y asegurar una correcta operación en cualquier circunstancia.

Los criterios generales sobre mantención será definidos por la organización superior en base a los catálogos y manuales de cada equipo, sin embargo, es conveniente adoptar ciertos niveles de mantenimiento que estén de acuerdo con el tiempo de uso de cada elemento.

Las faenas de mantención deben ser ejecutadas por el personal especialista o por mantenedores del GAL y, en casos muy calificados, por personas ajenas al GAL o por servicios de mantención.

Es de suma importancia que el personal propio a cargo de la mantención de equipos posea un adecuado entrenamiento sobre su uso, composición de partes y piezas, limitaciones y capacidades, condiciones climáticas o ambientales que afecten la buena conservación, etc.

En aquellos casos en que la mantención de equipos sea entregada a personas ajenas al GAL o a servicios particulares, éstas deben poseer idoneidad profesional o representatividad de los fabricantes de equipos. En todo caso, la entrega de equipos para mantención especializada se efectuará de acuerdo a las normas particulares que se emitan y sujeto a las garantías que otorgue cada servicio.

Dentro de la función de mantención también están consideradas aquellas reparaciones posibles de ejecutar con el propio personal del GAL y que no requieren de trabajos significativos, tales como: recambio de piezas, repuesto o partes, que hayan completado su vida útil.

Las reparaciones de equipos quedarán consignadas en el respectivo historial, con la identificación de la persona que ejecutó el trabajo.

Dentro del recinto del GAL debe considerarse un lugar para habilitar un pequeño taller de mantención, el que estará dotado de los elementos necesarios. Igualmente, dentro de las existencias del pañol debe haber cantidad suficiente de artículos y materiales de limpieza para uso en los equipos.

13.9 Comunicaciones

Es generalmente aceptado el concepto de que el éxito de una operación de control y limpieza de un derrame está basado fundamentalmente en la rapidez de la respuesta. Debe existir, por lo tanto, un grado previo de alistamiento de personal, equipos y materiales, lo que sumado a una buena coordinación, será la base de la acción de combate. Por este motivo, las comunicaciones son imprescindibles en una emergencia y son consideradas como básicas en el entrenamiento.

Las comunicaciones presentan las siguientes ventajas en el combate de derrames:

- a. Permiten poner en acción la fase de alistamiento, alertando al equipo de respuesta inmediata.
- b. Apoyan el ejercicio del mando del Jefe de Operaciones en Escena (OSC), proporcionando rapidez y expedición al sistema.
- c. Mantienen el flujo permanente de información durante la emergencia.
- d. A través de un plan de comunicaciones, ayudan a la coordinación de funciones y establecen normas de trabajo.
- e. Permiten el enlace entre todos los medios que operan en el área del derrame, ya sean terrestres, acuáticos o aéreos.
- f. Facilitan el registro de las acciones que se desarrollan en el área de un derrame, para los efectos de confeccionar la documentación de cada caso.

Los equipos de comunicaciones deben ser seleccionados en base a las especificaciones o condiciones de cada uno.

Dentro de los tipos considerados están: los alámbricos y los inalámbricos. Entre los primeros, los teléfonos comunes y los citófonos, como equipo. Entre los segundos, los transceptores portátiles (walkie talkie), estacionario y de alerta (llamadores de personas).

Para permitir determinar los mejores equipos que pueden incorporarse al Plan de Comunicaciones, se efectúa a continuación una comparación entre ellos.

13.9.1 Equipos Alámbricos

Ventajas:

- a. Permiten efectuar una llamada selectiva, o sea, directamente a la persona a quien se desea ubicar.
- b. Generalmente son confiables porque proporcionan un enlace directo.
- c. Es preferible usarlos en la etapa inicial de una emergencia.
- d. Generalmente forman parte de redes telefónicas públicas o privadas.

Desventajas:

- a. Encontrar líneas ocupadas.
- b. Existen solamente en instalaciones terrestres.
- c. Generalmente sólo existe un aparato telefónico para cada línea.
- d. Se requiere conocer o emplear una clave de discado o de llamada.

13.9.2 Equipos Inalámbricos

Ventajas:

- a. Pueden contar con varios canales de enlace.
- b. Facilitan la comunicación selectiva.
- c. Puede llamarse en difusión (llamada múltiple)
- d. Son fáciles de instalar y transportar.
- e. De acuerdo a su potencia pueden tener un buen alcance.
- f. Pueden ser empleados indistintamente en aire, agua o tierra.

Desventajas:

- a. Necesitan tener su propia fuente de poder.
- b. En el caso de estar provistos de baterías o pilas, éstas se descargan luego de un uso prolongado.
- c. Al ser portátiles, son susceptibles de ser dañados por agentes meteorológicos o por el medio en que se operen.

Un plan de contingencia debe contemplar un plan subsidiario de comunicaciones para establecer las modalidades de comunicaciones y otras normas, con el propósito de cooperar a la rapidez y eficiencia de las operaciones.

Las características de un buen plan de comunicaciones son las siguientes:

- a. Aprovechar en la mejor forma la disponibilidad de equipos y de personal.
- b. Servir de enlace a todos los componentes de la organización operativa.
- c. Determinar y seleccionar frecuencias o canales de llamada (enlace primario) y de trabajo (enlace secundario), de acuerdo a las condiciones de operación (diurna, nocturna, cercana, lejana, etc.).
- d. Asignar distintivos o características a cada componente de la organización operativa, en beneficio de la reserva de las comunicaciones y de la economía de tiempo.
- e. Usar lenguaje común para los enlaces.
- f. Establecer reglas para comunicaciones claras y concisas, también para economía de tiempo.
- g. Adaptarlo para que sirva integralmente a cada plan de contingencia.
- h. Ser comprensible para todos los miembros de la organización, en cada nivel de participación.
- i. Permitir un entrenamiento constante.
- j. Considerar un apoyo técnico permanente de reparadores, herramientas, repuestos y sistemas de emergencia.

CAPITULO 14
ASPECTOS ECOLOGICOS DE LOS DERRAMES
DE PETROLEO

Fernando Alcázar
Instituto de Oceanología
Universidad de Valparaíso Chile

Concepto de Ecosistema

La palabra ECOSISTEMA proviene de dos conceptos: ECOLOGÍA y SISTEMA. La palabra ECOLOGÍA se compone de las raíces griegas OIKOS, que significa habitación, casa; y LOGOS que significa conocimiento - estudio. Se ha definido el concepto de SISTEMA como una agregación o un conjunto de objetos acoplados en una interacción o interdependencia y que constituye un todo auto-organizado, homeostático y retroalimentado. (Smith, R.L. 1972).

La vida animal y vegetal en el mar funciona como un todo interrelacionado con el fondo, el agua, la atmósfera y la tierra que limita sus costas. La Energía que permite que este todo funcione proviene del sol y es fijada por los vegetales aprovechando los nutrientes existentes en el ambiente acuático. Ella se transfiere a los animales por las Cadenas tróficas (alimentarias) y es nuevamente liberada, por descomposición bacteriana de la materia orgánica, bajo la forma de nutrientes que pueden ser reutilizados (reciclados) por los vegetales en presencia de luz solar.

La actividad vital en el mar tiene lugar en espacios denominados Hábitats o Biótotos. Estos Hábitats son ocupados por Poblaciones de organismos de una misma especie conformando Comunidades.

En el sistema marino se pueden reconocer diferentes comunidades. Las comunidades Pelágicas corresponden a las formas de vida que viven suspendidas en el agua; El Plancton corresponde a las formas vegetales (Fitoplancton) y animales (Zooplancton) que flotan en la columna de agua y cuya capacidad de movimiento es menor que la velocidad de la corriente que las transporta; el Necton está constituido por seres más robustos, tales como los peces y cefalópodos (calamares) que nadan de manera libre y activa en la columna de agua.

De acuerdo a la distancia de la costa y a la profundidad del mar, las comunidades pelágicas pueden diferenciarse en comunidades Neríticas según vivan en aguas costeras de fondos someros, y comunidades Oceánicas de aguas profundas.

Las comunidades Bentónicas corresponden a aquellos organismos vegetales o animales que viven ligados a la proximidad del fondo, sea este de sustrato duro (rocoso) o blando y móvil (arenoso o fangoso). Se habla de recursos Demersales cuando se refiere a los organismos bentónicos de importancia económica.

Los ecosistemas marinos pueden ser evaluados en forma instantánea en cuanto a su Biomasa, que corresponde a la cantidad de tejido de cada especie animal y vegetal expresada en peso (gramos) o calorías en un área o volumen. En un marco más dinámico y considerando las dimensión tiempo, se evalúa a los ecosistemas en cuanto a su Productividad que expresa la adición de materia orgánica expresada en gramos o calorías por unidad de tiempo y en un espacio determinado (área o volumen). La productividad primaria es la adición de materia vegetal a partir de la energía solar y los nutrientes del ambiente. La productividad secundaria es la forma como los animales utilizan a los vegetales para su propio crecimiento. Se llega así al concepto de cadena alimentarias o tramas alimentarias que implica a la transferencia de energía de un escalón trófico a otro. El comportamiento de los seres está condicionado a la Competencia por el sustrato o por el alimento, y a la Predación cuando el alimento son otros seres de un eslabón trófico inferior.

El grado de organización instantáneo de un ecosistema puede medirse en términos de la Diversidad, que corresponde al número de especies (y el número de individuos de cada especie) que viven en un ecosistema. El índice de diversidad de un sistema refleja su madurez y las condiciones de su equi-

librio; cuanto mayor sea el número de especies y cada una esté bien representada, mejor será su equilibrio y su estabilidad.

En términos de más largo plazo el equilibrio de los ecosistemas se va modificando de acuerdo a los cambios del ambiente. Las poblaciones se reemplazan unas a otras siempre buscando estados más avanzados de equilibrio. Es lo que se denomina como Sucesiones.

La introducción de elementos ajenos al ecosistema afecta su equilibrio. Las especies sensibles son desplazadas y reemplazadas por especies más fuertes, simplificando el sistema. El grado de acción que tienen los elementos ajenos y la forma como los ecosistemas responden a ellos es lo que reconoce como Impacto ambiental.

Toxicidad e Impacto ambiental de los hidrocarburos

Los hidrocarburos crudos (no refinados) son una mezcla de compuestos de diferente peso molecular y por lo tanto varían ampliamente, según su procedencia, en sus características físicas y químicas.

En el estudio de la toxicidad de los hidrocarburos se ha analizado el efecto de los compuestos aislados sobre organismos seleccionados, y se observa que la toxicidad aumenta en las series parafínicas, olefinas y aromáticas. En cada serie las moléculas más pequeñas son más tóxicas que las de mayor tamaño; el butano (gas de cañería, 4 átomos de Carbono), a modo de ejemplo, es más tóxico que los dodecanos y parafinas más pesadas (12 átomos de carbono o más por molécula) que pueden ser virtualmente no-tóxicos. En los grupos aromáticos

(moléculas anilladas o cíclicas) la adición de radicales metilo aumentan la toxicidad, como es en la serie benceno - tolueno-xylene.

En general se puede aseverar que los crudos y los combustibles livianos son más tóxicos que los viscosos.

Cuando un petróleo crudo ingresa al mar sufre cambios rápidos en su composición, principalmente por evaporación hacia la atmósfera de las fracciones livianas y solubilización en el agua de mar de los compuestos hidrosolubles. La rapidez con que estos cambios ocurren es variable y depende tanto de las características del crudo como de las condiciones locales (oleaje, temperatura, viento, corrientes, radiación solar, etc.).

Las modalidades de acción de un compuesto del petróleo sobre los organismos marinos pueden clasificarse, en líneas generales, de la siguiente manera:

- por aglutinación o colmatage mecánico de las estructuras respiratorias (branquias) o de los apéndices para colección del alimento (antenas filtradoras)
- Toxicidad propia del compuesto al contacto con el organismo: fenómenos de modificación de la tensión superficial de los tejidos afectados, alteración de la composición de las membranas celulares compuestas por lípoteínas susceptibles de complejarse con hidrocarburos lipofílicos
- toxicidad propia del hidrocarburo; especialmente válida para compuestos hidrosolubles causantes de narcosis y asfixia.

En general los estados larvales y juveniles de los organismos marinos son más sensibles que los adultos, así un hidrocarburo puede actuar sobre la composición de los ecosistemas ya sea:

- actuando sobre el reclutamiento de una nueva clase de edad tanto por efectos sobre la reproducción misma, como sobre el desarrollo de huevos y larvas
- alterando el equilibrio general del ecosistema por su acción sobre los vegetales (primer escalón trófico)
- modificando las interacciones químicas de los organismos; problemas de comunicación química entre sexos (percepción de feromonas), alteraciones en la habilidad de fijación de larvas pelágicas por bloqueo de una percepción bioquímica del sustrato adecuado o de poblaciones establecidas
- bloqueo de la quemorecepción en peces anádromos y catádromos (salmones y otros, que migran hacia y desde ríos al mar en algún período de su vida).

Desde el punto de vista fisiológico los hidrocarburos alteran el funcionamiento de los órganos manifestándose como:

- disminución del potencial de reproducción
- disminución del metabolismo
- aparición de tumores y carcinomas
- y eventualmente aparición de mutaciones.

Vulnerabilidad de las costas. Elementos para definir y seleccionar áreas críticas

El daño ecológico causado por la introducción de hidrocarburos en el mar depende de la naturaleza del producto y de la forma como éste ingresa al mar. Los derrames crónicos desde tierra y en bajas concentraciones tienen una acción diferente sobre el ecosistema marino y deben ser tratados independientemente de los derrames accidentales, debido a su predictibilidad y posibilidades

de control.

La experiencia derivada del estudio continuado de derrames accidentales indica que aquellos que ocurren lejos de la costa tienen poco efecto sobre la vida marina, exceptuando la avifauna.

En la medida en que un derrame se produce más cerca de la costa los efectos inmediatos y las consecuencias ecológicas y económicas del derrame se hacen más importantes, y dependen de la topografía y batimetría de la costa, de las corrientes y mareas, la latitud (temperatura del agua) y del uso del área afectada (pesquería, cultivos, turismo, etc.).

Sensibilidad versus vulnerabilidad

Los ensayos toxicológicos con diferentes compuestos han demostrado que la sensibilidad aumenta desde los invertebrados inferiores (esponjas; actinias; crustáceos) hacia los invertebrados superiores (moluscos; equinodermos) y los vertebrados (peces; aves; mamíferos), sin embargo, la sensibilidad se correlaciona mejor con el hábitat. Los organismos pelágicos de aguas abiertas y aguas someras, son sensibles en concentraciones más bajas que los organismos de fondo y las especies litorales, pero en consideración al grado de exposición y al contacto directo a que quedan sometidos estos últimos se debe entender que son más vulnerables que los primeros: la mayor sensibilidad de los organismos pelágicos no necesariamente significa que sean más vulnerables que los organismos intermareales, sino que el petróleo puede dañar los ecosistemas litorales directamente y provocar efectos adversos durante largos períodos de tiempo.

La presencia física de petróleo daña el sustrato haciéndolo inapto para la adhesión y la alimentación de los organismos bentónicos en el caso de sustratos duros, y puede causar erosión y desalojamiento en áreas extensas de sustratos móviles.

La Vulnerabilidad de las costas puede clasificarse de acuerdo a su fisonomía y traducirlas en un índice que refleje su sensibilidad a los derrames accidentales. Gundlach et al. (1977) han elaborado un índice aplicable a cualquier litoral. En este índice los ambientes costeros están ordenados de acuerdo a sensibilidades crecientes (Tabla 1) a los derrames de hidrocarburos.

El litoral Norte y Central de Chile es expuesto al oleaje con costas escarpadas, bahías abiertas y plataforma continental estrecha. Las actividades pesqueras son del tipo pelágico (anchoveta, sardina española, etc.) y demersal profundo (200-500 m, camarones y langostinos).

Al Sur del paralelo 41 la costa es desmembrada y la pesquería es principalmente del tipo demersal e intermareal. Las bahías son cerradas y protegidas configurando junto a los canales, áreas óptimas para el desarrollo de cultivos marinos y reservas de alta potencialidad productiva.

Ante un derrame de petróleo se deben formular metas claras en cuanto al despliegue de planes de contingencia. De acuerdo a las características del derrame y del área afectada, se pueden distinguir dos metas primordiales cuyo logro puede ser incompatible: (1) Minimizar los daños ecológicos provocados por el derrame (criterio ambientalista); y (2) proceder a la remoción de toda traza visible (criterio estético). Ambos criterios

deben ser considerados, sin embargo, a menudo aquellas áreas de alto valor ecológico (áreas de reproducción y de desarrollo, cultivos y viveros marinos, etc.) no permiten utilizar elementos de limpieza desde tierra sin causar daños adicionales. En términos de respuesta inmediata se debe dar la más alta prioridad a situaciones en que se involucra un área de interés ecológico-pesquero, en cuyo caso cualquier técnica de control aplicable en aguas abiertas se justifica plenamente antes de permitir que el derrame llegue a la costa.

Efectos de derrames en ambientes específicos. Índice de Vulnerabilidad (resumen en la Tabla 1).

- Puntas rocosas y costas rocosas de alta exposición (Índice de Vulnerabilidad 1 y 2).

Las comunidades de organismos intermareales están bien adaptadas a la vida en un ambiente cambiante y que sufre alternativamente los rigores del impacto del oleaje y de las condiciones atmosféricas, al mismo tiempo que presentan una alta diversidad de especies. La dinámica del oleaje, además, permite que las olas reflejadas retengan parte de un derrame, en líneas paralelas, a alguna distancia en la costa, donde pueden sufrir procesos de foto-oxidación y evaporación que resten toxicidad a los hidrocarburos.

Si el derrame llega a cubrir las comunidades se registra una

mortalidad tanto por el efecto tóxico propio del petróleo como por efectos físicos que ya sea, aumentan el peso de organismos sésiles y se desprenden o recubren la superficie de roca haciendo imposible una buena adherencia en los organismos móviles.

Los procesos naturales de limpieza son preferibles en este tipo de costa, pero ante la necesidad de proteger el valor estético del área afectada debe evitarse el uso de agua o vapor a alta presión y emplear agua de mar a baja presión, eventualmente en combinación con soluciones débiles de un dispersante de muy baja toxicidad. Este tratamiento favorece una recolonización rápida después del impacto inicial.

Desde el punto de vista de los recursos naturales, estas áreas son de difícil acceso para la pesca y constituyen más bien áreas de reproducción y de conservación.

- Playas de pendiente suave y de arena fina expuestas y playas de pendiente abrupta de arena media a gruesa expuestas (Índice de Vulnerabilidad 3 y 4).

Según el índice de Gundlach, los sedimentos móviles litorales expuestos siguen a las costas rocosas en cuanto a su sensibilidad. El impacto de la toxicidad de los hidrocarburos tiene, en este ambiente, un factor agravante - la penetración de los hidrocarburos en el sedimento. El petróleo atrapado en sustratos litorales sufre una intemperización lenta y escurre lentamente hacia las aguas adyacentes prolongando el efecto del derrame. Se ha registrado el efecto tóxico residual de hidrocarburos atrapados en sedimento y

liberados un año después de un derrame al producirse la erosión invernal de playas (caso del Amoco Cadiz varado en las costas de Bretaña, Francia Marzo 1978).

Las playas de arena fina son generalmente compactas y de perfil suave. Su escasa permeabilidad y el embebimiento en agua de mar impiden la penetración de hidrocarburos en el espacio intersticial (entre los granos de arena). En este tipo de playas es posible utilizar maquinaria pesada (motoni-veladoras, tractores, etc.) y herramientas simples para remover la película de petróleo que queda varada en la playa después de cada marea alta.

Las playas de arena media y gruesa, de mayor permeabilidad, permiten la penetración de petróleos livianos en el sedimento hasta llegar a la napa de agua intersticial. La actividad biológica en este tipo de playas corresponde a una fauna de pequeño tamaño que habita el espacio libre entre los granos de arena; aunque no presenta un interés económico, su valor ecológico es el de asimilar el detrito orgánico que se deposita en las playas.

La limpieza de estas playas es extremadamente difícil dado que su escasa compactación hace imposible el uso de maquinaria pesada. Sólo las herramientas simples y la labor manual son aplicables. Ante la imposibilidad de contener el derrame lejos de una playa con estas características, y en circunstancias de pleno uso turístico, es posible aplicar emulsionantes antes de la llegada del derrame. Cualquier residuo de petróleo que llegue a una playa así tratada no se adhiere ni penetra en el sedimento, sino que forma franjas paralelas relativamente fáciles de recoger manualmente.

- Terrazas compactadas y expuestas (tidal flats) (Indice de Vulnerabilidad 5).

Este tipo de hábitat corresponde a extensiones intermareales amplias que quedan expuestas al aire sólo en las más bajas mareas. Son playas de alta productividad con una infauna diversa (fauna que vive en el sustrato cavando túneles o madrigueras). La pesca artesanal de bivalvos (machas, almejas) puede ser de algún valor económico para el área.

El varamiento de petróleos provoca una mortalidad elevada en los primeros meses después del derrame, pero la exposición, el oleaje y las mareas permiten una recuperación rápida.

Las actividades de limpieza deben limitarse a la remoción manual ya que el uso de maquinarias puede provocar depresiones que contribuyan a la penetración del derrame en el sedimento. En general, pasado el efecto tóxico inicial del hidrocarburo y una vez intemperizado, la misma actividad biológica contribuye a recuperar estas playas.

- Playas mixtas de arena y grava y playas de grava (Indice de Vulnerabilidad 6 y 7).

Frecuentes en costas escarpadas entre puntas rocosas y en la entrada de fiordos y estuarios. Aunque su importancia biológica propia es escasa debido a la inestabilidad y alto drenaje del sustrato, constituyen trampas de petróleo que pueden actuar por períodos largos en áreas adyacentes al dejar escurrir lentamente los hidrocarburos embebidos. Es prácticamente im-

posible efectuar trabajos de limpieza, y aún si en algunos casos es practicable, el daño erosivo que sigue a la limpieza puede ser significativo. Es recomendable dejar actuar a los procesos naturales.

- Costas rocosas protegidas (Indice de Vulnerabilidad 8).

Corresponden a sustratos protegidos en bahías de poca profundidad y que constituyen un ambiente favorable para la actividad biológica. La flora y la fauna es abundante y accesible para el pescador artesanal (mariscos y algas) tanto desde tierra como desde embarcaciones menores. Los hidrocarburos recubren la superficie del sustrato e invaden las pozas litorales causando daños tanto por su toxicidad propia como por su viscosidad.

Las operaciones de limpieza son difíciles y onerosas debido a la inaccesibilidad de estas áreas para los equipos mecanizados. Se justifican sólo en áreas de alto valor turístico ya que el daño a los recursos explotables es inevitable. El empleo de agua o vapor a presión no es recomendable. La irrigación moderada en combinación con dispersantes es preferible dependiendo del uso económico de áreas adyacentes; la presencia de cultivos viveros en las cercanías pueden sufrir más las consecuencias de la limpieza que la acción del petróleo mismo. La remoción mecánica desde el agua y el empleo de sorbentes recuperables son altamente recomendados.

- Terrazas intermareales de fango en estuarios (Indice de Vulnerabilidad 9)

Este tipo de hábitat está muy bien representado en costas desmembradas (i.e. zona de los canales de Chile) y son ambientes aptos para el cultivo de mariscos (ostras, mitílidos). Los hidrocarburos que alcanza, este tipo de costas producen daños de largo plazo debido a que permanecen por largo tiempo recubriendo el fondo y provocando la sofocación de la infauna. Las tareas de remoción desde tierra son imposibles debido a que la consistencia del fondo no lo permite y cualquier esfuerzo puede hundir aún más el petróleo en el sedimento.

Los mecanismos de recolección desde el agua (uso combinado de mopas, barreras, skimmers y sorbentes recuperables) deben ser considerados y estar disponibles cerca de áreas que correspondan a este tipo de clasificación.

- Marismas salinas protegidas (Indice de Vulnerabilidad 10).

Las marismas salinas no son áreas para uso económico directo, sino que corresponden a áreas de reproducción y desarrollo para estados larvales y juveniles de muchas especies de valor comercial y de importancia ecológica en áreas costeras, al mismo tiempo que constituyen una fuente de nutrientes inorgánicos de alta incidencia en la productividad primaria de áreas adyacentes.

La contaminación de las marismas salinas tiene efectos de larga duración ya que el petróleo queda atrapado en la vegetación por varios años disminuyendo su fertilidad y su inconspicua acción beneficiosa sobre los estuarios

afectados.

Aunque estas áreas son más accesibles al hombre y a las máquinas, son extremadamente sensibles al pisoteo. La vegetación cumple un rol importante en el control de la erosión y cualquier daño en el equilibrio mecánico del sistema puede conllevar a la destrucción de la marisma.

Al igual que la acción preventiva y el combate sugerido para las terrazas intermareales de fango en estuarios, toda acción desde el agua, que tienda a evitar la llegada del petróleo a estas áreas, se justifica plenamente.

Criterios de aplicación para Dispersantes Químicos

Desde las primeras acciones de combate contra los grandes derrames de petróleo (Torrey Canyon 1967) ha habido una evolución continuada de los dispersantes. En la década del 60 se empleó emulsionantes dispersantes y solventes derivados del petróleo, cuya toxicidad propia y el efecto sinérgico con hidrocarburos era muchas veces mayor que la acción del petróleo solo. Las nuevas generaciones de dispersantes se han basado en el uso de moléculas bipolares (fracción hidrofila y fracción hidrofoba o lipófila) de origen vegetal, de azúcares y de alcoholes.

Mediante un análisis de laboratorio - el bioensayo - es posible discriminar sobre la toxicidad media letal o concentración media letal de diferentes dispersantes sobre organismos marinos típicos (generalmente un representante litoral de peces, moluscos y crustáceos). Al mismo tiempo es posible discriminar entre diferentes marcas registradas en cuanto a su eficiencia en relación a diferentes crudos o diferentes combustibles refinados (expresada en

factor de aplicación: razón de dilución respecto a volúmenes del derrame en ca da caso) y en cuanto a su estabilidad (tiempo transcurrido antes de la coalescencia de las partículas en emulsión).

Ante situaciones reales las decisiones sobre el uso de medios químicos deben basarse en las condiciones de cada caso. En situaciones de mar abierto prácticamente es el único elemento de combate que puede ser desplegado en forma rápida y oportuna, pero la decisión de aplicación debe ser precedida de un análisis del derrame - los hidrocarburos intemperizados o las emulsiones de agua en aceite no son dispersables por agentes químicos y su empleo ^{es} prácticamente inútil. En situaciones costeras la táctica de aplicación debe ser cuidadosamente estudiada en consideración al tipo de costa afectado y al tipo de hidrocarburo derramado - diferentes hidrocarburos pueden ser tratados con diferentes dispersantes - la decisión es tanto económica (costo y disponibilidad de dispersantes) como ecológica.

El índice de vulnerabilidad descrito anteriormente permite hacer discriminaciones válidas y puede reforzar el criterio de aplicación para agentes químicos, en algunos casos.

Costo ecológico y evaluación de daños a los sistemas costeros.

Si la eliminación o la reducción de la contaminación del mar por hidrocarburos no costara, o costara muy poco dinero, estaríamos ante una muy buena causa para prevenir los accidentes o efectuar una limpieza total en cada caso.

Sin embargo, prácticamente en todos los accidentes, tanto las medidas para evitar o prevenir los derrames como las operaciones de limpieza tienen un costo elevado (Juhasz, F. 1979). Se establece, ante esta dualidad, una aplicación del criterio económico - la prevención cuesta dinero, pero demasiada prevención puede ser "antieconómica", por lo que se deja paradójicamente un margen al azar, ajeno a las compañías de seguros y las agencias de transportes y que es el costo ecológico: el valor del bien común.

Hay otros aspectos, que pueden incluso ser catalogados de temas políticos y sociales y que por lo tanto también escapan al frío análisis de la teoría económica, a modo de ejemplo - los efectos estéticos y el impacto en la opinión pública reflejado en modificaciones de la conducta social.

De innumerables casos históricos sólo es posible resumir algunos aspectos que puedan generalizarse a nuevos derrames:

- 1.- riesgo de consumo de productos del mar contaminados.
- 2.- Daños a la pesquería, algas, aves, mamíferos y otras formas de vida marina.
- 3.- Daños físicos a las playas y áreas recreacionales.
- 4.- Daños a los ecosistemas marinos reflejados en la eliminación o decrecimiento de poblaciones de ciertas especies sensibles.
- 5.- Modificación de hábitats.

Desafortunadamente ninguno de estos aspectos puede ser evaluado con precisión ya que no pueden ser directamente expresados en unidades contables, aún algunas no se tranzan en el mercado. La sola evaluación de los daños tiene un costo expresando la obtención de los datos y la metodología involucrada.

La cuantificación de daños ecológicos se ha aplicado en cada caso, a pesar de las limitaciones y dificultades de evaluación; se ha basado tradicionalmente en el concepto de la "disposición al pago" (willingness-to-pay) de los causantes del siniestro: Los bienes dañados y los servicios provocados por un derrame se evalúan según los precios del mercado cuando éste existe, o se basan en métodos de medición indirectos o directos cuando éste no existe.

El caso del Amoco Cadiz puede ser citado como el "laboratorio universal" para la evaluación de daños. En él se utilizaron diversas categorías que pueden resumirse así (Meake, N. y R. Anderson 1979):

- gastos legales y de investigación
- daños a la acuicultura
- operaciones de limpieza
- pesquería comercial
- salud humana, agricultura y calidad del aire
- producción de algas
- valor de las propiedades costeras
- Turismo, recreación y valor estético.

Se puede observar que algunos elementos del ecosistema quedan fuera de la evaluación, como son, junto a otros, el valor de la avifauna dañada y la pesquería no-comercial. La evaluación de estos daños, usando la técnica de la "disposición a pagar", sería extremadamente difícil y onerosa.

Aunque aún no existe un consenso universal para la evaluación de daños, muchos de los elementos de cuantificación empleados en casos históricos son, con algunos reparos, aplicables a zonas costeras en los países de la región

y su implementación debería ser actualizada y ejercitada como un elemento más dentro de los planes de contingencia.

Efectos de derrames de hidrocarburos en la salud humana

Los petróleos refinados y los crudos vertidos al mar confieren características organolépticas a los recursos marinos que, más que la posibilidad de dañar la salud humana, provocan un deterioro de su comercialización ya que la presencia de hidrocarburos en los alimentos puede ser detectada por el gusto y el olfato aún en concentraciones muy bajas. Se ha demostrado además que manteniendo bivalvos (almejas - ostras) en aguas limpias por algún tiempo, es posible recuperarlos para su comercialización, ya que son capaces de excretar los hidrocarburos.

Entre los muchos compuestos presentes en los combustibles fósiles crudos o refinados están los compuestos aromáticos polinucleados, algunos de ellos identificados como carcinógenos (3-4 Benzopireno y 1,2-benzantraceno). Sin embargo, la presencia de estos compuestos en los sedimentos marinos y en los organismos no se debe exclusivamente a la presencia de trazas provenientes de crudos o de petróleos refinados, sino que ellos son generados en la combustión y están presentes tanto en el aire de zonas urbanas (se ha calculado que el humo de 2.500 millones de cigarrillos contiene la misma cantidad de 3,4 benzopireno que 25.000 toneladas de crudo. Johnston, 1976) como en los alimentos procesados (peces ahumados, carnes cocinadas a fuego de leña, etc.).

El nivel de hidrocarburos carcinógenos generados por el hombre e introducidos en el ambiente es alto, y por su propia actividad, el hombre ha estado expuesto a concentraciones altas desde tiempos remotos, evolucionando

hacia una alta tolerancia contra estos compuestos.

Los riesgos adicionales de exposición al cáncer provocados por hidrocarburos dispersados en el mar e incorporados en los alimentos, deben ser evaluados en la perspectiva de todos los factores que finalmente llegan al hombre. Desafortunadamente las investigaciones sobre compuestos carcinógenos provenientes tanto del mar, como los de otras fuentes, permanecen por el momento, rodeados de una incertidumbre que oculta la importancia directa de cada factor sobre la salud de la humanidad.

TABLA 1

Indice
 Criterio de Vulnerabilidad para la identificación de áreas sensibles. (Gon... ch...)
 (197...)

Indice de Vulnerabilidad	Tipo de Costa	Comentarios
1	Puntas rocosas expuestas	La reflexión del oleaje mantiene el petróleo a cierta distancia de la costa. No se sugiere desplegar operaciones de limpieza.
2	Plataformas erosionadas en costas escarpadas	Barridas por el oleaje. La mayor parte de petróleo es eliminada por procesos naturales dentro de pocas semanas.
3	Playas planas de grano fino	El petróleo no penetra en el sedimento facilitando la remoción mecánica si fuere recomendable. Si no se efectúa limpieza, el petróleo se vara en la parte alta de la playa (están) y permanece allí por meses.
4	Playas de pendiente abrupta y arena media a gruesa	El petróleo puede hundirse o ser enterrado haciendo difícil la limpieza. Bajo procesos de energía moderados el petróleo será barrido en algunos meses.
5	Terrazas compactadas y expuestas	La mayoría de los petroleos no penetran ni se adhieren al sedimento. La limpieza es generalmente innecesaria.
6	Playas de arena y grava	El petróleo se hunde y se entierra rápidamente persistiendo por varios años en casos de regímenes de baja energía.
7	Playas de grava	El petróleo invade todo el perfil de la playa. Se puede formar una capa de "asfalto" en casos de grandes acumulaciones de petróleo.
8	Costas rocosas protegidas	Areas con poca acción del oleaje. El petróleo permanece por varios años. La limpieza no es recomendada a no ser que la acumulación sea excesiva.

Indice de	Vulnerabilidad	Tipo de Costa	Comentarios
9	Terrazas intermareales estuarinas protegidas		Areas de gran productividad biológica y bajo régimen de energía. El petróleo puede permanecer por varios años. La limpieza no es recomendada a no ser que la acumulación sea excesiva. Estas áreas deben protegerse con prioridad en base al uso de materiales absorbentes y barreras flotantes.
10	Marismas salinas protegidas		Corresponden a los ambientes costeros más productivos. El petróleo permanece allí por varios años. La limpieza y raleo de marismas afectadas deben ser realizados sólo en condiciones de recubrimiento extremo. Prioridad de protección mediante barreras y material absorbente.

LITERATURA CITADA

- Gundlach, E.R., Hayes, M.O., Ruby, C.R. y Noummedal, D. 1977. Application of a shoreline vulnerability index for predicting oil spill impact. presented in Annual meeting, Coastal Society. Energy across the coastal zone Seattle USA Nov. 1977.
- Johnston, R. 1976. Marine Pollution. Academic Press, London, New York, San Francisco.
- Juhasz, Ferenc. Economic evaluation of environmental effects of oil Pollution - A practical lesson using three case histories. An: Proceedings, Oil Spill Conference 1979. pp. 53-58. American Petroleum Institute Publication N°4308.
- Meade, Norman F. y Robert Anderson. Problems and perspectives in measuring the social costs of oil pollution en: Proceedings, Oil Spill Conference 1979, pp. 59-62. American Petroleum Institute Publication N°4308.
- Smith, Robert L. The Ecology of Man: an Ecosystem approach. 431 pp. Harper and Roc, Publishers. New York. 1972.

CAPITULO 16
ESQUEMAS DE INDEMNIZACION POR DAÑOS
CAUSADOS POR DERRAMES

I. A. Nichols
ITOPF

COMPENSACION POR CONTAMINACION

I. A. Nichols

ITOPF

A. INTRODUCCION

Durante los últimos diez años se ha observado el desarrollo de numerosos sistemas nacionales y cuatro regímenes internacionales mayores por medio de los cuales los afectados por contaminación por petróleo pueden ser indemnizados y los gobiernos recobrar los gastos en que hayan incurrido para la limpieza de estos derrames.

El propósito de este trabajo es describir los sistemas internacionales y explicar brevemente los mecanismos a través de los cuales se efectúan los reclamos.

De los cuatro regímenes internacionales de indemnización, dos son sistemas voluntarios y dos son convenios establecidos por la ley.

Los sistemas convencionales fueron elaborados por la industria petrolera y los Armadores de buques tanque, para estimular la limpieza y proveer indemnizaciones adecuadas antes de la introducción y aceptación mundial de los convenios internacionales.

Se ha considerado que continuarán rigiendo por algún tiempo y, seguramente, hasta que estos convenios sean mundialmente ratificados. Existe otro punto de mucha importancia que justifica la continuación de los sistemas convencionales (TOVALOP y CRISTAL) dado que ambos cubren un campo más amplio aunque con límites económicos más reducidos.

Particularmente TOVALOP es aplicable a petroleros en lastre mientras CLC (CIVIL LIABILITY CONVENTION) cubre solamente petroleros cargados. También, a diferencia de CLC y el Fund Convention, tanto TOVALOP como CRISTAL, cubren los gastos de acciones razonables preventivas que se adopten contra la amenaza de contaminación por petróleo además de los que provengan del derrame.

B. SISTEMAS VOLUNTARIOS (CONVENCIONALES)

TOVALOP (TANKER OWNERS VOLUNTARY AGREEMENT CONCERNING LIABILITY FOR OIL POLLUTION)

Este es un acuerdo de los Armadores de los petroleros que actualmente indemniza por sumas hasta US\$ 160 por tonelada, con un límite máximo de US\$ 16,8 millones por accidente. TOVALOP se basa en que si un buque tanque incluído en el acuerdo derrama petróleo, proveniente de carga o combustible, el Armador puede combatir y/o limpiar la contaminación por sí, o aceptar la responsabilidad de reembolsar a las autoridades o a terceros que incurran en gastos de limpieza razonables o que sufran perjuicios a consecuencia de la contaminación. TOVALOP es

administrada por el INTERNATIONAL TANKER OWNERS POLLUTION FEDERATION en Londres pero la Federación misma no paga la compensación por contaminación.

Los Armadores de los petroleros que forman parte de TOVALOP, generalmente aseguran sus obligaciones contraídas en el Acuerdo ya sea con los Clubes de Protección e Indemnización (P & I), cuyas funciones incluyen la cobertura mutua respecto a las responsabilidades del Armador contra terceros, o a través del INTERNATIONAL TANKER INDEMNITY ASSOCIATION (ITIA), que es una organización específicamente organizada con el propósito de asegurar la responsabilidad proveniente de contaminación por hidrocarburos. Los reclamos por gastos de limpieza y daños se dirigen normalmente contra el Armador (propietario) o su Asegurador, y deben ser presentados dentro del período de un año contado desde el accidente. Esta es una cláusula del Acuerdo en relación con los reclamos que sean sometidos a arbitraje, cuyo procedimiento está claramente definido.

CRISTAL (CONTRACT REGARDING AN INTERIM SUPPLEMENT TO TANKER LIABILITY FOR OIL POLLUTION)

Es un convenio suscrito por los dueños de la carga con el propósito de suplementar los fondos disponibles para el reembolso de los gastos incurridos por los Armadores/Propietarios de los petroleros, e indemnizar daños y/o reclamos de terceros, después que se hayan agotado los fondos de indemnización correspondientes a otros regímenes. CRISTAL es una organización de la industria petrolera y sus miembros contribuyen al fondo basándose en el movimiento anual de cada compañía.

El Acuerdo asegura que se disponga de un total de US\$ 36 millones por cada accidente, pero incluyendo la responsabilidad del Armador. Aunque originalmente este acuerdo se organizó para suplementar los pagos de reclamos a través de TOVALOP, el contrato también provee cobertura adicional cuando ocurren derrames en áreas cubiertas por el Convenio de Responsabilidad Civil (CIVIL LIABILITY CONVENTION), pero no por la IOPCF, a condición de que el petrolero esté ingresado en TOVALOP y el dueño de la carga sea socio de CRISTAL. Los reclamos pueden ser presentados a través del Armador/Propietario o su Asegurador, o directamente al Marine Pollution Compensation Services Ltd., que es la organización de CRISTAL, con domicilio en Londres, que es la que atiende los reclamos.

C. CONVENIOS INTERNACIONALES

CLC (CIVIL LIABILITY CONVENTION)

Constituye la contraparte formal de TOVALOP en cuanto establece responsabilidad legal a cargo de los Armadores/Propietarios en forma distinta de la responsabilidad convencional asumida por aquellos bajo TOVALOP. Los Armadores/Propietarios de los petroleros generalmente aseguran su responsabilidad proveniente del CLC con los Clubes P & I, al igual que bajo TOVALOP. Alrededor de 40 naciones han ratificado el

CLC hasta la fecha. Aun cuando el CLC ofrece una cobertura similar a la de TOVALOP, la responsabilidad máxima actual asciende a aproximadamente US\$ 18,5 millones. Las variaciones entre las sumas que corresponden al CLC y TOVALOP son explicables por el hecho de que en el caso de TOVALOP el límite está fijado en francos oro. Por lo tanto, el límite de CLC fluctúa de acuerdo a la tasa vigente entre el franco oro y las monedas locales. En accidentes en los cuales se aplica el CLC no puede haber responsabilidad bajo TOVALOP. Los reclamos se presentan, generalmente, a través de los Tribunales del Estado contratante, en cuyo territorio ocurre el accidente. Si los daños exceden el límite del Armador/Propietario, el Tribunal local distribuye el fondo entre los reclamantes.

IOPCF (THE INTERNATIONAL OIL POLLUTION COMPENSATION FUND) es la contraparte formal de CRISTAL, y suplementa el Convenio por Responsabilidad Civil hasta un total de aproximadamente US\$ 59.4 millones, en base a las tasas de cambios a la fecha, e incluye la responsabilidad de los Armadores/Propietarios. El fondo de IOPCF se financia por medio de contribuciones de los consignatarios de petróleo crudo o combustible pesado, dentro del territorio de los países contratantes. Las contribuciones individuales son calculadas a prorrata, de las cantidades de crudo y combustible pesado recibidas por los estados contratantes, y cuando sean transportados por vía marítima. El Fondo es administrado por un Secretariado, un Comité Ejecutivo y por la Asamblea, ésta última compuesta por representantes de todos los estados contratantes. Los reclamos son presentados directamente en contra de IOPCF.

COMPARACION DE LIMITES BAJO CLC/FUND/TOVALOP/CRISTAL

	<u>CLC</u>	<u>TOVALOP</u>	<u>FUND</u>	<u>CRISTAL</u>
Límite por ton/buque	172.5	160	--	--
Límite máximo Armadores	18 millones	16,8 millones		
Compensación máxima bajo los esquemas suplementarios	--	--	58,2 millones	36 millones

(cantidades en US\$ conversión hecha por CLC y FUND al 28 de octubre 1980, sumas redondeadas).

LA FINALIDAD DE LOS CLUBES DE P & I

De acuerdo con la descripción de los varios sistemas de compensación, se puede concluir que cuando ocurren derrames de un petrolero, sea que corresponde aplicar TOVALOP o CLC, la responsabilidad inicial por concepto

de gastos de limpieza y daños es de responsabilidad de los Armadores/Propietarios de la nave. Los Clubes de P & I son Asociaciones mutuas sin fines de lucro, quienes aseguran a sus miembros (Armadores/Propietarios, fletadores, administradores u operadores) por su responsabilidad hacia terceros, incluyendo responsabilidad por contaminación. Adicionalmente la cobertura incluye pérdida de vida y lesiones personales a pasajeros, estibadores y otros terceros; responsabilidades hacia la tripulación; pérdida; daños o responsabilidad respecto a la carga; daño a objetos fijos o movibles, tal como muelles o espigones; un cuarto de la responsabilidad por colisión; la remoción de restos náufragos; las responsabilidades inherentes a la actividad del Armador y por el hecho de operar o administrar naves en general. Las contribuciones que son denominadas "derrames" son reguladas de acuerdo a los antecedentes ("record") de cada miembro, considerando los riesgos que se cubren y tomando en cuenta la franquicia o deducible que los armadores estén dispuestos a absorber. Los miembros contribuyen en relación a cada año de Póliza solamente con la suma que se necesita para cubrir los reclamos por los Clubes de P & I, los cuales directamente o por la vía del re-seguro comprenden el llamado Grupo Internacional (International Group). Además, el Grupo coloca el exceso máximo posible de re-seguro en contra de catástrofes en el mercado de seguro mundial.

Con el propósito de facilitar asistencia a sus miembros, los Clubes de P & I mantienen representantes legales o comerciales a través del mundo, algunos de los cuales atienden en forma exclusiva los asuntos que conciernen a los Clubes. Además tienen a su disposición Médicos, Inspectores y otros expertos. En general es el Corresponsal local quien velará por los intereses del miembro y el Asegurador cuando ocurran accidentes; sin embargo, en el caso de un derrame mayor, el Club involucrado puede enviar un apoderado o un miembro de su personal junto con los expertos técnicos que sean necesarios para ese caso particular.

En circunstancias excepcionales, por ejemplo cuando las operaciones de limpieza son largas o cuando terceros han sufrido pérdidas importantes y están en juego grandes sumas de dinero, los Clubes de P & I pueden efectuar pagos parciales con anterioridad a la liquidación final siempre que no exista o haya poco riesgo de que el total del reclamo exceda el límite de responsabilidad.

Si al inicio del accidente es evidente que la cobertura de responsabilidad del Armador/Propietario será insuficiente para cubrir todos los reclamos, CRISTAL e IOPCF pueden verse involucrados desde las primeras gestiones. Sin embargo, en vista de que ninguna de estas organizaciones tienen representantes en el exterior, lo más probable es que los Clubes de P & I y sus corresponsables actúen en su representación durante la ocurrencia del accidente y mientras se toman las medidas iniciales.

LA FINALIDAD DE INTERNATIONAL TANKERS OWNERS POLLUTION FEDERATION (ITOPF).

Esta Federación fue organizada en el año 1968, siendo su propósito principal el de administrar el Acuerdo TOVALOP. Dentro de sus deberes se incluyen asuntos de importancia, como es la aprobación y la colocación de los seguros, y la emisión de certificados TOVALOP, los cuales ahora constituyen requisito exigido para recalar en ciertos puertos. Las funciones técnicas de la Federación son de importancia creciente y su personal atiende los derrames de mayor trascendencia, generalmente actuando en representación de los Armadores y el Club de P & I involucrado, con el propósito de recomendar los métodos más efectivos y menos onerosos de aplicar. El propósito de la Federación varía de acuerdo a la naturaleza y lugar geográfico del accidente y, asimismo, de acuerdo a la infraestructura técnica del país afectado. En los casos de los países que no tienen capacidad significativa para hacer frente o controlar un derrame, la Federación puede, en muchos casos, obtener el equipo y los materiales más apropiados, previo acuerdo con los Aseguradores, quienes pagarán los costos correspondientes. Lo anterior generalmente exigirá la atención de uno o más miembros del personal de la Federación constituida en el sitio, con el propósito de entregar asistencia práctica y, ocasionalmente, asumir el control de las operaciones de limpieza. Sin embargo, en el caso de países que tienen planes de contingencia bien desarrollados y disposiciones y medios para combatir derrames, el propósito principal de la Federación es proporcionar recomendaciones y asistencia a los Gobiernos e Industrias, para lograr que las acciones adoptadas en la limpieza del derrame sean razonables. Las observaciones hechas por el personal de la Federación serán relevantes para los efectos de la consideración de los reclamos formulados respecto a eventuales compensaciones, siempre que aquéllos incluyan un registro fiel de las medidas adoptadas.

Aparte de la atención en el lugar del acontecimiento al momento de un derrame, la Federación frecuentemente es requerida para que califique reclamos por compensación respecto a las acciones y/o gastos adoptados y/o incurridos respecto a un derrame y por daños causados a la Industria Pesquera y al medio ambiente. Las funciones mencionadas son efectuadas por cuenta de los Clubes P & I, CRISTAL e IOPCF, sin perjuicio de que los reclamos puedan o no ser aceptados bajo TOVALOP.

En el caso de un accidente que involucre a un petrolero, la información que se refiera al Armador, al dueño de la carga, al Asegurador de P & I y al Corresponsal local del P & I, puede ser obtenida a través de la Federación. La Marine Pollution Compensation Service Ltd. puede informar si el dueño de la carga es socio de CRISTAL.

ALGUNAS DIRECCIONES DE UTILIDAD

- 1.- INTERNATIONAL TANKER OWNERS POLLUTION FEDERATION LTD.
Staple Hall
Stonehouse Court,
87 - 90 Houndsditch, London EC3A 7 AX
Tel: 01-621 1255
Telex: 887514
- 2.- MARINE POLLUTION COMPENSATION SERVICES LIMITED (CRISTAL)
Staple Hall,
Stonehouse Court,
87 -90 Houndsditch, London EC3A 7 AX
Tel: 01-621 1322
Telex: 883043

3.- INTERNATIONAL OIL POLLUTION COMPENSATION FUND,

1 - 4 Yarmouth Place,

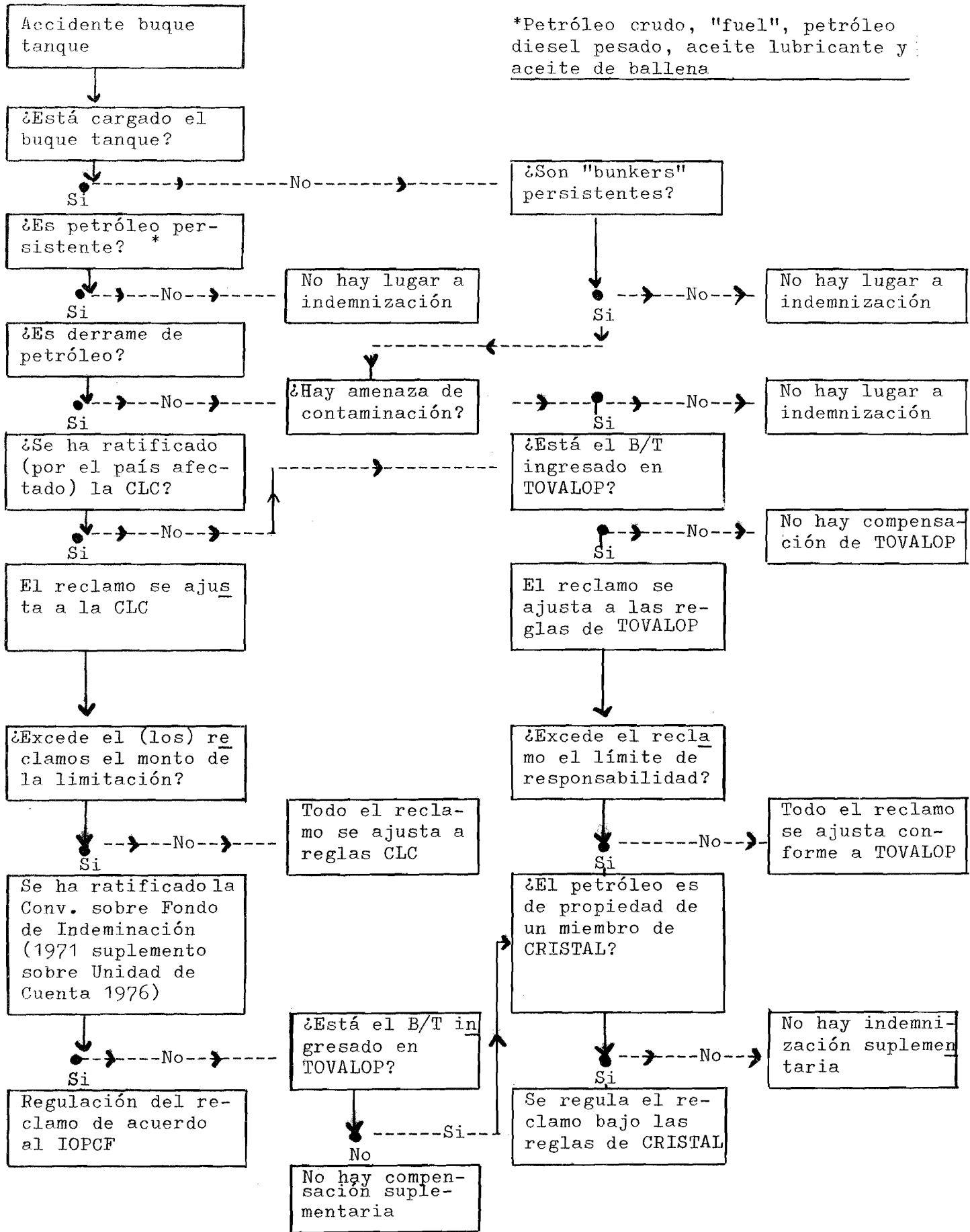
London W1Y 7DW

Tel: 01-493 6932

Telex: 23588

CUADRO SIMPLIFICADO RESPECTO A LAS INDEMNIZACIONES POR CONTAMINACION
 POR PETROLEO A SEGUIRSE BAJO TOVALOP, CLC, CRISTAL E IOPCF

*Petróleo crudo, "fuel", petróleo diesel pesado, aceite lubricante y aceite de ballena



APENDICE I

La información que se da a continuación es una breve reseña de un tema complejo. No pretende ser una exposición autorizada del contenido del tratado o del sistema de compensación descrito, ni suplir las fuentes de Derecho nacional o internacional aplicables a casos concretos. Se advierte a los usuarios del Manual que, ante cualquier caso concreto, deberán consultar directamente los textos originales.

	Convenio de Responsabilidad Civil (Convenio internacional sobre responsabilidad civil por daños causados por la contaminación de las aguas del mar por hidrocarburos, 1969)	TOVALOP ¹ (Acuerdo voluntario de los armadores de buques tanque relativo a la responsabilidad nacida de la contaminación por hidrocarburos)
PROPOSITO	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Establece un régimen internacional uniforme en virtud del cual los propietarios de buques que transportan hidrocarburos a granel como carga son plenamente responsables de todos los daños por contaminación ocasionados por los hidrocarburos derramados o descargados, incluido el costo de las medidas preventivas para minimizar los daños. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Estipula que los propietarios de buques tanque (se incluye como "propietario" al arrendador del casco desnudo) indemnicen a las personas (incluidos los Gobiernos) que sufran daños por contaminación causada por derrame o descarga de hidrocarburos, incluso a las personas que tomen medidas preventivas para minimizar esos daños. También estipula que los propietarios paguen indemnización por los gastos ocasionados a las personas que tomen medidas para eliminar la amenaza de una descarga de hidrocarburos aun cuando no llegue a producirse. Básicamente, la responsabilidad es plena, como en el Convenio de Responsabilidad Civil.
CARACTER	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Tratado internacional, en vigor desde el 19 de junio de 1975. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Acuerdo entre los propietarios de buques tanque, vigente desde 1969, modificado el 1 de junio de 1978.

1 La información que figura en la columna encabezada por la sigla "TOVALOP" ha sido facilitada por la Federación Internacional de Armadores de Buques Tanque para Luchar contra la Contaminación (*International Tanker Owners' Pollution Federation*).

	Convenio de Responsabilidad Civil	TOVALOP
AMBITO DE APLICACION	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Buques de navegación marítima de cualquier tipo que transporten hidrocarburos a granel como carga. ◦ Se aplica a los daños por contaminación causados en el territorio o en el mar territorial de un Estado Contratante, cualquiera que sea el sitio donde se produzca el derrame. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Buques tanque de navegación marítima (cargados o en lastre) cuyos propietarios o arrendadores del casco desdenuado sean Partes en el acuerdo TOVALOP. ◦ Se aplica a los daños por contaminación ocasionados en el territorio o en el mar territorial de un Estado, excepto cuando el Convenio de Responsabilidad Civil sea aplicable a los daños en cuestión. ◦ También se aplica, como se indicó antes, a los casos de amenaza de derrame o descarga.
HIDROCARBUROS	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Hidrocarburos persistentes, incluido el aceite de ballena (carga o combustible) si se lleva la carga en el momento del derrame (no se incluyen los buques en lastre). 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Aceites hidrocarbúricos persistentes (carga o combustible) de los buques cargados o en lastre.
DAÑOS	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Pérdidas o daños derivados de la contaminación por hidrocarburos, incluido el costo de las medidas preventivas y las pérdidas causadas por tales medidas preventivas. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Pérdidas o daños derivados de la contaminación por hidrocarburos, incluidos el costo de las medidas preventivas y las pérdidas causadas por tales medidas preventivas. También los gastos ocasionados a una persona para eliminar la amenaza de un derrame o descarga.
LIMITES DE LA RESPONSABILIDAD ²	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 160 dólares por tonelada del arqueo del buque según el Convenio, sin exceder de 16,8 millones de dólares por suceso, si no hubo falta concreta o culpa del propietario. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 160 dólares por tonelada del arqueo del buque según el Convenio, con un máximo de 16,8 millones de dólares por suceso.

168

² En el Convenio se especifican los límites de la responsabilidad en francos oro Poincaré (en espera de que entre en vigor el Protocolo de 1976 correspondiente al Convenio en el que se reemplazan los francos oro Poincaré por los Derechos Especiales de Giro, tal como han sido definidos por el Fondo Monetario Internacional) pero aquí, para mayor comodidad, se indica el equivalente aproximado en dólares de los Estados Unidos. En el acuerdo TOVALOP los límites se especifican en dólares de los Estados Unidos.

Convenio de Responsabilidad Civil

TOVALOP

<p>EXONERACIONES</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Guerra, hostilidades. ◦ Fenómeno natural de carácter excepcional (fuerza mayor). ◦ Acción u omisión intencionada de un tercero. ◦ Negligencia u otro acto lesivo de cualquier Gobierno (falta de mantenimiento de luces y otras ayudas a la navegación). 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Las mismas que en el Convenio de Responsabilidad Civil.
<p>ADMINISTRACION</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Organismos oficiales de los Estados Contratantes. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Federación internacional de armadores de buques tanque para luchar contra la contaminación.
<p>RESPONSABILIDAD FINANCIERA</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ El buque tiene que tener un certificado, expedido por un Estado Contratante, de que tiene solvencia suficiente para cumplir las obligaciones financieras del Convenio. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Hay que establecerla y demostrarla a satisfacción de la Federación.
<p>PROCEDIMIENTO DE RECLAMACION</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Demandas interpuestas ante los tribunales de los Estados Contratantes. El tribunal determina el prorrateo y la distribución de la suma adjudicada. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Reclamación certificada presentada al propietario del buque tanque dentro de un plazo de un año. ◦ Si se impugna la reclamación, arbitraje de la Cámara de Comercio Internacional.

La información que se da a continuación es una breve reseña de un tema complejo. No pretende ser una exposición autorizada del contenido del tratado o del sistema de compensación descrito, ni suplir las fuentes de Derecho nacional e internacional aplicables a casos concretos. Se advierte a los usuarios del Manual que, ante cualquier caso concreto, deberán consultar directamente los textos originales.

	Convenio del Fondo (Convenio internacional sobre la constitución de un fondo internacional de indemnización de daños causados por la contaminación de hidrocarburos, 1971)	CRISTAL¹ (Contrato relativo a un suplemento interno para cubrir la responsabilidad de los buques tanque nacida de la contaminación por hidrocarburos)
FINALIDAD	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Complementa el Convenio de Responsabilidad Civil para asegurar una indemnización adecuada a las partes que hayan sufrido daños por contaminación. ◦ También exonera a los propietarios de buques tanque de parte de sus obligaciones en virtud del Convenio de Responsabilidad Civil. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Complementa el Convenio de Responsabilidad Civil, el acuerdo TOVALOP u otras fuentes de compensación con el fin de asegurar una indemnización adecuada a las partes que sufran daños por contaminación. Se aplica también al caso de la eliminación de la amenaza. ◦ También exonera a los propietarios de los buques tanque de parte de su responsabilidad en virtud del Convenio de Responsabilidad Civil, del acuerdo TOVALOP o de la legislación nacional o local.
CARACTER	◦ Tratado internacional; entró en vigor el 16 de octubre de 1978.	◦ Un acuerdo entre los propietarios de los cargamentos en vigor desde 1971, modificado por última vez el 1 de junio de 1978.

¹ La información que figura en la columna encabezada por la sigla "CRISTAL" ha sido facilitada por el Instituto de las compañías petroleras para la indemnización de daños ocasionados por la contaminación del mar.

	Convenio del Fondo	CRISTAL
AMBITO DE APLICACION	<ul style="list-style-type: none"> ◦ El territorio y el mar territorial de los Estados Contratantes, aunque la descarga se haya producido en otro lugar. ◦ Buques que enarboles el pabellón de un Estado Contratante del Convenio de Responsabilidad Civil. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ El territorio o las aguas territoriales de cualquier Estado, aunque la descarga se haya producido en otro lugar. ◦ Los buques tanque tienen que ser propiedad de un partícipe en el TOVALOP (o haber sido arrendados por él su casco desnudo).
HIDROCARBUROS	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Aceites hidrocarbúricos minerales persistentes transportados como carga o en los tanques de combustible, siempre que el buque lleve hidrocarburos a granel como carga. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Los mismos que en el Convenio del Fondo.
CONDICIONES	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Las Partes en el Convenio del Fondo tienen que ser también Partes en el Convenio de Responsabilidad Civil. ◦ El Estado de abanderamiento tiene que ser Parte en el Convenio del Fondo para que se pague indemnización al propietario del buque. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Los hidrocarburos han de ser propiedad, o “presunta” propiedad de una Parte en el contrato CRISTAL. ◦ El buque tanque envuelto en el suceso tiene que estar en el registro de TOVALOP. ◦ Las circunstancias en las que el Convenio de Responsabilidad Civil hace responsable al buque tanque o le haría responsable si hubiera sido aplicable.
DAÑOS	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Daños por contaminación insuficientemente indemnizados en virtud del Convenio de Responsabilidad Civil porque: <ul style="list-style-type: none"> – no hay responsabilidad civil en virtud del Convenio de Responsabilidad Civil; – el propietario del buque es insolvente; – el daño excede los límites establecidos en el Convenio de Responsabilidad Civil. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Indemnización de los daños por contaminación que no puedan ser resarcidos en el propietario del buque tanque ni en ninguna otra fuente.

	Convenio del Fondo	CRISTAL
METODO DE FINANCIACION	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Contribuciones de los consignatarios de cargamentos de crudos y de fueloil en los Estados Contratantes. ◦ Contribuciones individuales asignadas a prorrata según la cantidad de crudos y de fueloil recibidos en los Estados Contratantes que se hayan transportado por mar. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Contribuciones de las Partes en el contrato CRISTAL. ◦ Contribuciones individuales asignadas a prorrata según la cantidad de crudos y fueloil recibidos por las Partes en el contrato CRISTAL que se hayan transportado por mar.
RESPONSABILIDAD DEL FONDO ²	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Un máximo de 36 millones de dólares contando juntamente la indemnización del Convenio de Responsabilidad Civil, si la hubiese. ◦ La Asamblea del Fondo puede incrementarlo a 72 millones de dólares. ◦ Indemniza al propietario por la porción del límite total de la responsabilidad a que le obligue el Convenio de Responsabilidad Civil que exceda de 120 dólares por tonelada del arqueo del buque según el Convenio o de la cantidad de 10 millones de dólares si ésta fuera menor, pero sin exceder de 160 dólares por tonelada del arqueo del buque según el Convenio o una cantidad de 16,8 millones de dólares si ésta fuera menor. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Un máximo de 36 millones de dólares contando juntamente todas las demás fuentes de indemnización, si las hubiese. ◦ El Instituto puede incrementarlo hasta 72 millones de dólares. ◦ Indemniza al propietario por la porción del límite total de la responsabilidad a que le obligue el Convenio de Responsabilidad que exceda de 120 dólares por tonelada del arqueo del buque según el Convenio o con 10 millones de dólares si esta cantidad fuese menor, pero sin exceder de 160 dólares por tonelada del arqueo del buque según el Convenio o de 16,8 millones de dólares si ésta cantidad fuese menor. ◦ Indemniza al propietario por la responsabilidad que le incumba en virtud de cualquier otro régimen que no sea el del Convenio de Responsabilidad Civil que exceda de 160 dólares por tonelada del arqueo del buque según el Convenio o de 16,8 millones de dólares si esta cantidad fuese menor.

² En el Convenio, los límites de la responsabilidad se especifican en francos oro Poincaré (en espera de que entre en vigor el Protocolo de 1976 correspondiente al Convenio, en el que se reemplazan los francos oro Poincaré por los Derechos Especiales de Giro, tal como han sido definidos por el Fondo Monetario Internacional) pero aquí, para mayor comodidad, se indica el equivalente aproximado en dólares de los Estados Unidos. En el contrato CRISTAL, los límites se especifican en dólares de los Estados Unidos.

<p>EXONERACIONES DEL FONDO</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Guerra, hostilidades. ◦ No se demuestra que el derrame procede del buque. ◦ Acción intencionada o negligencia por parte del demandante. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Guerra, hostilidades. ◦ Fenómeno natural excepcional. Acto u omisión intencionados por parte de terceros. ◦ Negligencia de los Gobiernos, acto intencionado o negligencia del demandante.
<p>ADMINISTRACION</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Secretaría del Convenio del Fondo, Comité Ejecutivo y Asamblea (formada esta última por representantes de todos los Estados Contratantes). 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Instituto de las compañías petroleras para la compensación de la contaminación del mar/Directores.
<p>PROCEDIMIENTO PARA LAS DEMANDAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Demanda dirigida al Convenio Fondo interpuesta ante los tribunales de los Estados Contratantes en los que se produzcan los daños. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Petición directa al Instituto.

CAPITULO 17

ASPECTOS DE PREVENCION DE LA CONTAMINACION

MARINA POR BUQUES

PRIMERA PARTE

CONVENIOS INTERNACIONALES SOBRE CONTAMINACION MARINA

17.1 INTRODUCCION

Los principales convenios internacionales sobre contaminación marina producida por buques son los siguientes:

- Convenio Internacional para prevenir la contaminación de las aguas del mar por hidrocarburos, 1954 (OILPOL 54), con enmiendas en 1962, 1969 y 1971.
- Convenio Internacional relativo a la intervención en alta mar en casos de accidentes que causen una contaminación por hidrocarburos, 1969 (INTERVENTION 1969).
- Convenio Internacional sobre la responsabilidad civil por daños causados por la contaminación de las aguas del mar por hidrocarburos, 1969 (CLC 1969).
- Convenio Internacional sobre la constitución de un fondo internacional de indemnización de daños causados por la contaminación de hidrocarburos, 1971 (FUND 1971).
- Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques (MARPOL 1973), con su Protocolo de 1978.

De los convenios internacionales mencionados, es evidente que el Convenio OILPOL 1954, con sus correspondientes enmiendas, y el Convenio MARPOL 1973, con su Protocolo 1978, son los más directamente relacionados con la contaminación marina producida por buques. Su adopción tendría un gran efecto en la reducción de los niveles de contaminación producida por operaciones rutinarias de buques en la región.

17.2 CONVENIO INTERNACIONAL PARA PREVENIR LA CONTAMINACION DE LAS AGUAS DEL MAR POR HIDROCARBUROS; 1954, (OILPOL 54) ENMENDADO EN 1962 y 1969

La primera medida de importancia para contener, a nivel internacional la contaminación del mar se tomó en 1954 por medio de una Conferencia celebrada en Londres que adoptó el Convenio internacional para prevenir la contaminación de las aguas del mar por hidrocarburos. El Convenio quedó depositado provisionalmente ante el Gobierno del Reino Unido hasta la creación de la IMCO en 1959, fecha en que la Organización asumió las funciones de depositaria. El principal objeto del Convenio de 1954 era la protección del mar contra la contaminación ocasionada por hidrocarburos, lo que se logró prescribiendo ciertas "zonas prohibidas" que se extendían a 50 millas por lo menos de la tierra más próxima, dentro de las cuales se prohibió la descarga de hidrocarburos o mezclas de hidrocarburos (que contengan 100 partes de hidrocarburos por millón o más partes de la mezcla).

En 1962 la IMCO convocó una Conferencia en la que se adoptaron enmiendas al Convenio de 1954, en particular ampliando su aplicación para que abarcara a buques de menor arqueado bruto y extendiendo las zonas en las que quedaba prohibido efectuar descargas.

El Convenio exigía también que todo buque llevase a bordo un libro registro de hidrocarburos con arreglo a un modelo especificado y que se anotaran en él las operaciones de deslastro, lastro y limpieza de tanques de carga y de combustible líquido, las descargas de residuos de hidrocarburos, etc., así como las descargas o escapes de hidrocarburos accidentales o de otro tipo, indicando también las circunstancias y causas de tales descargas o escapes. Estipula también el examen del Libro registro por los funcionarios encargados de asegurar la observancia del Convenio.

En 1969 la Asamblea de la IMCO aprobó otras amplias enmiendas por las que se prohíbe la descarga de hidrocarburos durante las operaciones normales de un buque, excepto cuando se cumplan las condiciones siguientes:

- i) que la cantidad total de hidrocarburos que un buque tanque puede descargar en cualquier viaje en lastre no sea superior a 1/15.000 de la capacidad total de carga;
- ii) que la tasa a la que pueden descargarse los hidrocarburos no exceda de 60 litros por milla navegada; y
- iii) que en ningún caso se descarguen hidrocarburos de los espacios de carga de un buque tanque a menos de 50 millas de la tierra más próxima.

Las enmiendas de 1969 estipulan un nuevo modelo de Libro registro de hidrocarburos destinado a mostrar el movimiento del cargamento de hidrocarburos y de sus residuos desde su carga hasta su descarga, tanque por tanque. Estas enmiendas reducirían considerablemente la cantidad total de hidrocarburos descargados en el mar y contribuirían a significativos adelantos para lograr eliminar del todo la contaminación por hidrocarburos como resultado de las operaciones de los buques.

Las enmiendas de 1969 al Convenio de 1954 entraron en vigor el 20 de enero de 1978 respecto de sus 60 Partes Contratantes, que comprenden casi el 90 por ciento en cuanto a número y el 95 por ciento en cuanto a arqueo bruto de la flota petrolera mundial.

En 1971 la Asamblea de la IMCO aprobó otras dos enmiendas al Convenio. Una de ellas tiene por objeto la protección especial de la zona de la Gran Barrera de Coral, habida cuenta de su singular importancia científica y ambiental, considerándola como si fuera parte de la tierra. La otra se refiere a la disposición y limitación de la capacidad de los tanques de un petrolero, a fin de reducir al mínimo la cantidad de hidrocarburos que pueden escapar como resultado de accidentes marítimos, especialmente cuando se trata de petroleros muy grandes.

Hasta el año 1971 la capacidad de los tanques se había limitado en función de su resistencia. Habida cuenta de los progresos efectuados en cuanto a la concepción de los grandes petroleros, incluido el aspecto económico, cabría proyectar un petrolero de un millón de toneladas con tanques independientes tan grandes o mayores que la capacidad total del "Torrey Canyon". La magnitud de la contaminación que podría causar un buque de estas dimensiones, si se viera envuelto en un accidente, llevó a la Organización a adoptar ciertas medidas. Basándose en el resultado de intensivos estudios realizados por un organismo técnico de la OCMI, que incluía el estudio de los tanques en la fase de proyecto y la disposición de éstos, así como el coste y otras consecuencias de la limitación de la capacidad de los mismos, se formularon prescripciones estableciendo un límite de 30.000 m³ en cuanto al derrame hipotético de hidrocarburos en el caso de abordaje o varada de los petroleros. Las repercusiones de esta limitación del derrame hipotético variarán de conformidad con varios factores, tal como la disposición de los tanques, la instalación de dobles fondos, la interposición de tanques de lastre de agua limpia, etc., pero en el caso de un petrolero normal de casco sencillo con dos mamparos longitudinales, la capacidad de un solo tanque central y un tanque lateral quedará limitada a 30.000 m³ y 15.000 m³, respectivamente.

Si bien las enmiendas de 1971 no han entrado en vigor oficialmente, se ha recomendado que se pongan en efecto con carácter nacional y varios países marítimos las observan.

17.3 CONVENIO INTERNACIONAL PARA PREVENIR LA CONTAMINACION DEL MAR POR LOS BUQUES, 1973 (MARPOL, 73)

No obstante las medidas antedichas adoptadas por la IMCO para ocuparse de la contaminación por hidrocarburos, los adelantos de gran trascendencia en las modernas prácticas industriales han traído consigo la necesidad de otras medidas a escala mucho mayor y de alcance considerablemente más amplio de lo que hasta ahora había sido necesario. La Asamblea de la IMCO tuvo esto bien presente cuando, en 1969, decidió convocar una Conferencia internacional a fin de preparar un acuerdo internacional apropiado para poner coto a la contaminación del mar, la tierra y el aire ocasionada por buques, embarcaciones y otro equipo que opera en el medio marino.

La Conferencia internacional, que se reunió en Londres en octubre de 1973 adoptó un nuevo Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973, en sustitución del Convenio de Contaminación por Hidrocarburos de 1954.

El Convenio consta del articulado propiamente dicho, de dos Protocolos relativos el uno a los informes sobre sucesos que den lugar al derrame de sustancias perjudiciales y el otro al arbitraje, y de cinco Anexos relativos a Reglas para prevenir:

- a) la contaminación por hidrocarburos (Anexo I);
- b) la contaminación por sustancias nocivas líquidas transportadas a granel (Anexo II);
- c) la contaminación por sustancias perjudiciales transportadas por vía marítima en paquetes, contenedores, tanques portátiles y camiones cisterna o vagones tanque, etc. (Anexo III);
- d) la contaminación por las aguas sucias de los buques (Anexo IV); y
- e) la contaminación por las basuras de los buques (Anexo V).

A continuación se resumen las disposiciones principales del Convenio de 1973, complementadas según proceda por las decisiones conexas de la Conferencia.

Ambito de aplicación (Artículo 2)

El Convenio se aplica a todo buque de cualquier tipo y tamaño, incluidos hidroalas, aerodeslizadores, naves sumergibles, artefactos flotantes, y plataformas fijas o flotantes que operen en el medio marino. Comprende todos los aspectos de la contaminación a nivel internacional y algunos relativos a la contamina-

ción accidental ocasionada por los buques, pero no se aplica a la evacuación en el mar, mediante vertimiento, de desechos generados en tierra, tal como se entiende en el marco del Convenio de Londres sobre Vertimiento, 1972, ni a la de sustancias perjudiciales directamente derivadas de la exploración o explotación de los recursos minerales del fondo marino.

Transgresiones (Artículo 4)

Toda transgresión del Convenio, tal como la descarga ilegal de sustancias perjudiciales o el incumplimiento de las prescripciones del Convenio respecto de la construcción y el equipo de un buque, donde quiera que ocurra, será sancionada de conformidad con la legislación del Estado de abanderamiento. Toda transgresión del Convenio dentro de la jurisdicción de cualquier parte en el mismo será castigada de conformidad con la legislación de esa parte o la del Estado de abanderamiento. A este respecto, el término "jurisdicción" que aparece en el Convenio deberá interpretarse a la luz de la legislación internacional vigente en el momento de la aplicación o interpretación del presente Convenio.

Certificados e inspección de buques (Artículo 5)

A excepción de buques muy pequeños, los buques dedicados a viajes internacionales están obligados a llevar a bordo los Certificados internacionales válidos prescritos por el Convenio. Tales certificados pueden ser aceptados en puertos extranjeros como prueba, a primera vista, de que el buque cumple con las prescripciones del Convenio. Si, no obstante, existen motivos claros para pensar que la condición del buque o de su equipo no corresponden esencialmente a los pormenores del Certificado, o si el buque no lleva un certificado válido, las autoridades que efectúen la inspección podrán detener el buque hasta quedar satisfechas de que el buque puede hacerse a la mar sin amenaza irrazonable de dañar el medio marino.

Detección de transgresiones del Convenio y cumplimiento del mismo (Artículo 6)

Los buques pueden ser objeto de inspección en puertos o terminales extranjeros a fin de verificar si han efectuado alguna descarga de sustancias perjudiciales transgrediendo lo dispuesto en el Convenio. Dicha inspección puede incluir el examen del Libro registro de hidrocarburos o del de carga y, si fuera necesario, la inspección del mismo buque.

Si la inspección indica que ha habido infracción del Convenio, se enviará un informe al Estado de abanderamiento para que tome las medidas apropiadas.

Anexos facultativos (Artículo 14)

Los Anexos I y II del Convenio son obligatorios, mientras que los Anexos III, IV y V se consideran facultativos. Por tanto, los Estados que ratifiquen el Convenio deberán poner en ejecución las disposiciones de los Anexos I y II, pero pueden optar por no aplicar las de los Anexos III, IV y V.

Procedimientos de enmienda (Artículo 16)

Cualquier enmienda al Convenio será sometida a un órgano apropiado de la Organización para su examen y adopción. Sólo las partes en el Convenio, sean o no Miembros de la Organización, tendrán derecho a votar respecto de la adopción de enmiendas.

El Convenio estipula los tres procedimientos siguientes para la aceptación de enmiendas:

- a) en el caso de enmiendas a los Artículos, por aceptación explícita de las Partes en el Convenio;
- b) en el caso de enmiendas a los Anexos, bien por aceptación explícita o tácita; y
- c) en el caso de enmiendas a un Apéndice de un Anexo, mediante aceptación tácita.

La Asamblea de la IMCO designó al Comité de Protección del Medio Marino como órgano apropiado para el examen y la adopción de enmiendas al Convenio.

Prevención de la contaminación por hidrocarburos (Anexo I)

El Anexo I del Convenio mantiene esencialmente criterios parecidos a los especificados en las enmiendas de 1969 al Convenio de Contaminación por Hidrocarburos de 1954, pero contiene también varias prescripciones nuevas que tendrán profundo efecto especialmente por lo que respecta a las operaciones de los petroleros. Estas se resumen a continuación:

- a) la definición de "hidrocarburos" se ha ampliado, entendiéndose por ella el petróleo en todas sus manifestaciones, incluidos los crudos, el fueloil, los fangos, los residuos petrolíferos y los productos de refinación (distintos de los de tipo petroquímico);
- b) respecto de los petroleros nuevos, la cantidad total de hidrocarburos que puede descargarse en el mar no debe exceder de 1/30.000 del cargamento total de que formaban parte los residuos;
- c) cuando se descarguen hidrocarburos, los petroleros y

otros buques deben tener en funcionamiento un dispositivo de vigilancia y control de descargas de hidrocarburos;

- d) ciertas regiones, incluidos el Mar Mediterráneo, el Mar Negro y el Mar Báltico, se han designado como "zonas especiales" en las que está prohibida toda descarga de hidrocarburos o de mezclas oleosas, excepto en casos de fuerza mayor;
- e) las Partes en el Convenio están obligadas a garantizar el establecimiento de instalaciones adecuadas de recepción de residuos y mezclas oleosas en los terminales de carga de hidrocarburos, puertos de reparaciones y otros puertos en los que los buques tienen que descargar dichos residuos; en ciertas zonas especiales estas instalaciones deberán haber sido montadas antes del 1 de enero de 1977 y serán adecuadas para la recepción y el tratamiento de todos los lastres contaminados y aguas de lavado de tanques de los petroleros.

Además el Convenio de 1973 introduce ciertas prescripciones relativas a la construcción y el equipo de buques con respecto a la prevención de descargas operacionales de hidrocarburos y la mitigación de la evacuación incontrolada de hidrocarburos si los petroleros sufren un accidente. A continuación se resumen dichas prescripciones:

- a) los petroleros irán provistos de equipo de vigilancia y control de las descargas de hidrocarburos, con un dispositivo de registro que indique continuamente el contenido de hidrocarburos de las descargas;
- b) todo buque de arqueo bruto igual o superior a 400 toneladas llevará equipo separador de agua e hidrocarburos o un sistema de filtración;
- c) los petroleros irán provistos de sistemas de tanques de decantación con la capacidad suficiente para retener los residuos generados por el lavado de tanques, los residuos de hidrocarburos y los lastres contaminados;
- d) los petroleros nuevos de peso muerto igual o superior a 70.000 toneladas irán provistos de tanques de lastre separado de capacidad suficiente para que puedan navegar con seguridad en lastre sin tener que recurrir a la utilización de los tanques de hidrocarburos para lastrear con agua, excepto en condiciones atmosféricas muy rigurosas;
- e) se han retenido las prescripciones relativas a la dis

posición de los tanques y limitación de su capacidad adoptadas como enmiendas de 1971 al Convenio de 1954;

- f) se han introducido nuevas normas relativas al comportamiento y a la estabilidad después de avería para asegurar que los petroleros puedan resistir la avería supuesta en el costado o el fondo hasta un grado especificado según su eslora.

Prevención de la contaminación por sustancias nocivas líquidas
(Anexo II)

El Convenio estipula prescripciones detalladas en cuanto a los criterios aplicables a las descargas y medidas para prevenir la contaminación por sustancias nocivas líquidas transportadas a granel. A este efecto las sustancias nocivas líquidas se dividen en cuatro categorías dependiendo de su peligrosidad para los recursos marinos, la salud del hombre, los alicientes recreativos y otros usos legítimos del mar. Se han evaluado e incluido en la lista anexa al Convenio unas 250 de estas sustancias.

Los criterios aplicables a la descarga de sustancias nocivas líquidas se determinan en relación con la categoría de las mismas. Los criterios prescritos en el Convenio se resumen en la siguiente tabla:

Condiciones	Sustancia			
	Categoría A	Categoría B	Categoría C	Categoría D
Velocidad mínima del buque: Con propulsión propia Sin medios propios de propulsión	7 nudos 4 nudos			
Concentración máxima de la sustancia en el momento de la descarga	Virtualmente nula	1 ppm	10 ppm	1/10 de agua
Cantidad máxima de carga echada al mar de cada tanque	-	1 m ³ 1/3.000 de la capacidad del tanque	3 m ³ 1/1.000 de la capacidad del tanque	Sin límite
Distancia mínima de agua	12 millas			
Profundidad mínima del agua	25 metros			Sin límite

Las zonas del Mar Báltico y del Mar Negro se han designado zonas especiales en las que se aplican restricciones más rigurosas respecto de la descarga de sustancias nocivas líquidas.

A fin de asegurar que se cumpla con los criterios aplicables a las descargas antes citados, los procedimientos y medidas aplicables a las aguas de lavado de tanques y a las descargas deberán ajustarse a las normas formuladas por la Organización.

Con respecto a la construcción y al equipo, se exige que todos los buques tanque para productos químicos cumplan con las disposiciones del Código para la construcción y el equipo de buques que transporten productos químicos peligrosos a granel, aprobado por la Asamblea de la IMCO (Resolución A.212 (VII)).

Prevención de la contaminación por sustancias perjudiciales transportadas en paquetes, contenedores, tanques portátiles y camiones cisterna o vagones tanque (Anexo III)

El Convenio contiene prescripciones generales relativas a la prevención de la contaminación por sustancias perjudiciales transportadas por vía marítima en paquetes, contenedores, tanques portátiles y camiones cisterna o vagones tanque. Las prescripciones detalladas en cuanto a embalaje, marcado y etiquetado, documentación, estiba, limitaciones cuantitativas y otros aspectos destinados a prevenir o a reducir al mínimo la contaminación del medio marítimo por dichas sustancias serán elaboradas en el marco del Código marítimo internacional de mercancías peligrosas o de otra forma apropiada.

Prevención de la contaminación por las aguas sucias y las basuras (Anexos IV y V)

No se permitirá que los buques efectúen descargas de aguas sucias a una distancia inferior a 4 millas de la tierra más próxima a menos que tengan en servicio una instalación de tratamiento de las mismas aprobada; entre cuatro y 12 millas de la tierra las aguas sucias deben ser desmenuzadas y desinfectadas antes de descargarlas.

Por lo que respecta a todos los principales tipos de basuras, se dispuso que su eliminación se haga a determinadas distancias mínimas de tierra. Está prohibido echar al mar materia plástica. En zonas especiales, se aplican restricciones más rigurosas en cuanto a la descarga de basuras.

17.4 CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE SEGURIDAD DE LOS BUQUES TANQUE Y PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

17.4.1 La iniciativa de los Estados Unidos

Durante el invierno de 1976/77 varios siniestros sufridos por buques tanque en aguas de los Estados Unidos o en sus proximidades fueron motivo de que ese país comenzara a preocuparse muy en serio con respecto a los riesgos relacionados con el transporte marítimo de hidrocarburos. Se pidió al Gobierno estadounidense que tomara las medidas necesarias, de carácter nacional e internacional, para mejorar la seguridad de los buques tanque y prevenir la contaminación.

El 17 de marzo de 1977 el Presidente Carter en discurso pronunciado ante el Congreso, anunciaba un plan de acción que trataría del problema relacionado con la contaminación del mar por los buques tanque y con la seguridad de estos buques. Esta iniciativa presidencial incluía una serie de medidas, de tipo diverso pero relacionadas entre sí, proyectadas con el fin de reducir los riesgos relacionados con el transporte marítimo de hidrocarburos.

Las medidas de carácter nacional incluían, entre otras cuestiones, la aceleración de la fase de ratificación del Convenio MARPOL 1973, la publicación de Reglas propuestas incorporando cambios recomendados en las normas aplicables a la construcción y el equipo de buques; la aplicación de un ampliado programa de visitas a buques tanque en el que los buques tanque de pabellón extranjero que arriben a puertos estadounidenses sean visitados e inspeccionados a efectos de comprobar si se ajustan a normas de seguridad y prevención de la contaminación.

A nivel internacional, el Gobierno de los Estados Unidos presentó a la IMCO, en abril de 1977, propuestas relativas a la adopción de medidas de carácter internacional, entre ellas

- a) la formulación de normas más rigurosas para la inspección y la certificación, y para la construcción y el equipo de petroleros.
Las propuestas relativas a la construcción y al equipo se aplicaban a petroleros de un peso muerto igual o superior a 20.000 toneladas y abarcaban lo siguiente:
 - la instalación de dobles fondos en todos los buques tanque nuevos,
 - la instalación de tanques de lastre separado en los buques tanque nuevos y actuales,
 - la instalación de sistemas de gas inerte en los buques tanque nuevos y actuales.

- la instalación de sistemas de radar auxiliares, incluido equipo anticollisión, en los buques tanque nuevos y actuales,
 - la mejora de las normas aplicables a la maniobra de los buques tanque nuevos y actuales en casos de emergencia;
- b) la formulación de normas más rigurosas en cuanto a la titulación y competencia de las tripulaciones de petroleros.

17.4.2 Conferencia internacional sobre seguridad de los buques tanque y prevención de la contaminación, 1978

La Conferencia internacional sobre seguridad de los buques tanque y prevención de la contaminación, 1978, se celebró del 6 al 17 de febrero de 1978 en Londres. Asistieron a esta Conferencia delegaciones de 62 Estados, observadores de tres más, y 17 organizaciones internacionales.

El principal objeto de la Conferencia fue examinar y adoptar instrumentos jurídicos relativos a la seguridad de los buques tanque y a la prevención de la contaminación, a fin de modificar el Convenio SOLAS de 1974 y el Convenio MARPOL de 1973, respecto de lo siguiente:

- a) inspección y certificación;
- b) normas más rigurosas respecto del aparato de gobierno;
- c) radar y ayudas para prevenir los abordajes;
- d) tanques de lastre separado y medidas provisionales o de otra índole;
- e) sistemas de gas inerte; y
- f) doble fondo o emplazamiento protegido de los tanques de lastre separado en lugar del doble fondo.

17.4.3 Protocolos del SOLAS y del MARPOL

La Conferencia adoptó el Protocolo de 1978 relativo al Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974 (Protocolo del SOLAS) y el Protocolo de 1978 relativo al Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973 (Protocolo del MARPOL).

El Protocolo del SOLAS es un instrumento jurídicamente separado e independiente del Convenio SOLAS, y exige que sólo los Estados Partes en el Convenio SOLAS tengan derecho a ratificar

el Protocolo del SOLAS, aunque no están obligados a ello. En consecuencia, el Protocolo del SOLAS podrá entrar en vigor al mismo tiempo o después que el Convenio SOLAS, pero no antes que éste.

El Protocolo del MARPOL está ligado al Convenio MARPOL y los dos instrumentos deben leerse e interpretarse juntos como un instrumento único. El Protocolo del MARPOL está abierto a la ratificación de cualquier Estado, que al hacerlo tiene que dar efectividad tanto al Convenio MARPOL como al Protocolo MARPOL. La fecha de entrada en vigor del Protocolo del MARPOL coincidirá con la del Convenio MARPOL (aunque este último no tendrá entrada en vigor oficial como tal).

Cada Protocolo está integrado por Artículos y un Anexo que, con independencia de disposiciones contractuales, contienen modificaciones y adiciones a los Convenios matrices.

El Protocolo del SOLAS entrará en vigor seis meses después de la fecha en que no menos de 15 Estados que representen por lo menos el 50 por ciento de la flota mercante mundial se hayan constituido en Partes en él. El Protocolo del MARPOL entrará en vigor 12 meses después de la fecha en que no menos de 15 Estados que representen por lo menos el 50 por ciento de la flota mundial se hayan constituido en Partes en él (las mismas condiciones de entrada en vigor que rigen para el Convenio MARPOL).

17.4.4 Disposiciones técnicas del Protocolo del MARPOL

En los párrafos siguientes se resumen importantes modificaciones y adiciones hechas al Anexo I del Convenio MARPOL e incluidas en el Protocolo del MARPOL

a) Inspección y certificación

Las prescripciones con respecto a la inspección, el reconocimiento y la certificación se han ajustado a lo dispuesto en el Protocolo del SOLAS. En particular, no se autoriza ninguna prórroga del período de validez de cinco años del Certificado internacional de prevención de la contaminación por hidrocarburos.

b) Tanques de lastre separado, tanques de lastre limpio y lavado con crudos

Los buques tanque nuevos y existentes irán provistos de tanques lastre separado, tanques de lastre limpio o sistemas de lavado con crudos, conforme se indica a continuación:

- i) todo petrolero para crudos nuevo de peso muerto igual o superior a 20.000 toneladas irá provisto de tanques de lastre separado y sistemas de lavado con crudos;

- ii) todo petrolero para productos petrolíferos nuevo de peso muerto igual o superior a 30.000 toneladas irá provisto de tanques de lastre separado;
- iii) a contar de "H", todo petrolero para crudos existente de peso muerto igual o superior a 40.000 toneladas irá provisto de tanques de lastre separado o tanques de lastre limpio o sistemas de lavado con crudos;
- iv) a contar de "H", todo petrolero para productos petrolíferos existente de peso muerto igual o superior a 40.000 toneladas irá provisto de tanques de lastre separado o tanques de lastre limpio;
- v) el sistema de tanques de lastre limpio reseñado en iii) y iv) supra se aceptará durante el período provisional indicado a continuación pero después de dicho período los buques tanque irán provistos de tanques separado o sistemas de lavado con crudos:
 - 1) durante el plazo comprendido entre "H" y "H + 2" respecto de los petroleros existentes cuyo peso muerto sea igual o superior a 70.000 toneladas;
 - 2) durante el plazo comprendido entre "H" y "H + 4" respecto de los petroleros existentes cuyo peso muerto sea de 40.000 a 70.000 toneladas.

Las disposiciones y procedimientos operacionales con respecto a los tanques de lastre limpio y al lavado con crudos se ajustarán a lo dispuesto en las especificaciones aprobadas por la Conferencia (Resoluciones 14 y 15). Estas especificaciones serán examinadas y revisadas por la Organización, según proceda.

c) Petroleros existentes destinados a determinados tráficos y aquellos que tengan una instalación especial para el lastre

Petroleros existentes destinados exclusivamente a determinados tráficos:

- i) dentro de límites nacionales;
 - ii) dentro de determinadas "zonas especiales" definidas en la Regla 10 1) del Anexo I del Convenio MARPOL 1973; o
 - iii) dentro de zonas determinadas posteriormente por la OCMI,
- podrán quedar exentos de las prescripciones correspondientes a tanques de lastre separado, tanques de lastre limpio y lavado

con crudos, siempre y cuando utilicen puertos dotados de instalaciones y servicios de recepción apropiados.

Los petroleros existentes que tengan una instalación especial para el lastre (por ejemplo lastre sólido permanente o que utilicen parte de la carga de hidrocarburos como lastre), lo cual evitaría la necesidad de llevar lastre de agua, pueden quedar exentos de las prescripciones relativas a los tanques de lastre separado.

d) Dispositivos de purga y descarga

Con el fin de reducir la cantidad de hidrocarburos retenidos en los tanques después de haberse efectuado la descarga, se han introducido prescripciones para sistemas de agotamiento mejorados de buques tanque nuevos y existentes.

e) Emplazamiento protegido de los tanques de lastre separado

Los tanques de lastre separado de que deban ir provistos los petroleros nuevos se emplazarán ajustándose a los criterios estipulados en el Protocolo del MARPOL a fin de deparar protección contra los derrames de hidrocarburos ocasionados por varadas o abordajes. Este nuevo concepto de emplazamiento protegido de los tanques de lastre separado fue adoptado por unanimidad por la Conferencia, en preferencia a la instalación obligatoria de dobles fondos bajo los tanques de carga para el transporte de lastre separado.

f) Certificados

A los buques que cumplan con lo prescrito en el Protocolo del MARPOL se les expedirá un nuevo modelo de Certificado internacional de prevención de la contaminación por hidrocarburos, que sustituirá al Certificado actual.

Los petroleros provistos de tanques de lastre limpio o sistemas de lavado con crudos o destinados a determinados tráficos tendrán que llevar un suplemento en el Libro registro de hidrocarburos. En el Protocolo del MARPOL figuran los modelos de tres suplementos que irán unidos permanentemente al Libro registro de hidrocarburos.

17.4.5 Fechas de aplicación de las disposiciones técnicas de los Protocolos

De conformidad con la Regla 1 6) del Anexo I del Convenio MARPOL, tanto el Protocolo del SOLAS como el Protocolo del MARPOL definen "petrolero nuevo" como un petrolero construido después de alguna de las siguientes fechas correspondientes al

año civil a los efectos de la aplicación de las prescripciones relacionadas con los tanques de lastre separado, el emplazamiento protegido de los tanques de lastre separado, los tanques de lastre limpio, el lavado con crudos, los sistemas de gas inerte y el aparato de gobierno:

- Contrato: 1 de junio de 1979
- Colocación de la quilla: 1 de enero de 1980
(en ausencia de un contrato de construcción)
- Entrega: 1 de junio de 1982;

si bien la definición de "buque nuevo" en la Regla 1 6) del Anexo I del Convenio MARPOL permanece invariable a los efectos de la aplicación de las prescripciones relativas a los tanques de lastre separado para los petroleros nuevos de peso muerto igual o superior a 70.000 toneladas.

En lo que respecta a los petroleros existentes, el plazo de aplicación de las prescripciones antedichas se basa en la fecha de entrada en vigor de los Protocolos correspondientes. Sin embargo, la Conferencia aprobó Resoluciones (Resoluciones 1 y 2) que recomiendan los siguientes plazos proyectados para la entrada en vigor de los Protocolos:

- Protocolo del MARPOL junio de 1981,
- Protocolo del SOLAS junio de 1979;

y que, sin necesidad de esperar a la entrada en vigor oficial de los Protocolos, se pongan en cumplimiento las prescripciones para las fechas siguientes:

- Tanques de lastre separado, tanques de lastre limpio y lavado con crudos: junio de 1981 (H_m)
- Sistemas de gas inerte: junio de 1981 ($H_S + 2$) o junio de 1983 ($H_S + 4$), según proceda
- Aparatos de gobierno: junio de 1981 ($H_S + 2$)

En el cuadro siguiente se resume el conjunto de las prescripciones "integradas" y sus correspondientes plazos de aplicación:

RESUMEN DEL CONJUNTO INTEGRADO CON ARREGLO A
LOS PROTOCOLOS DEL SOLAS Y DEL MARPOL, 1978

SBT: segregated ballast tanks	= tanques de lastre separado
CBT: clean ballast tanks	= tanques de lastre limpio
PL : protective location of segregated ballast tanks	= emplazamiento protegido de los tanques de lastre se- parado
COW: crude oil washing	= lavado con crudos
IGS: inert gas system	= sistema de gas inerte

	<u>Prescripciones</u>	<u>Límite de peso muerto</u>
BUQUES TANQUE NUEVOS		
<u>Petroleros para cru-</u> <u>dos</u>	SBT, PL, COW e IGS	20.000 o más toneladas
<u>Petroleros para pro-</u> <u>ductos petrolíferos</u>	SBT y PL	30.000 o más toneladas
	IGS	20.000 o más toneladas

Plazo de aplicación: Contrato de cons_ junio de 1979
 trucción :
 Colocación de la enero de 1980
 quilla :
 Entrega : junio de 1982

	<u>Prescripciones</u>	<u>Límite de peso muerto</u>	<u>Plazo proyectado</u>
BUQUES TANQUE EXISTENTES			
<u>Petroleros para crudos</u>	1) SBT o CBT o COW	40.000 o más toneladas	junio de 1981
	2) SBT o COW	70.000 o más toneladas entre 40.000 y 70.000 toneladas	junio de 1983
	IGS	70.000 o más toneladas entre 40.000 y 70.000 toneladas	junio de 1985
		entre 20.000 y 40.000 toneladas y dotados de máquinas fijas de gran capacidad para el lavado de tanques	junio de 1981 junio de 1983 junio de 1983
<u>Petroleros para productos petrolíferos</u>	SBT o CBT	40.000 o más toneladas	junio de 1981
	IGS	70.000 o más toneladas entre 40.000 y 70.000 toneladas	junio de 1981 junio de 1981
		entre 20.000 y 40.000 toneladas y dotados de máquinas fijas de gran capacidad para el lavado de tanques	junio de 1983

-
- Notas: i) H_s = Fecha de entrada en vigor del Protocolo del SOLAS
 H_m = Fecha de entrada en vigor del Protocolo del MARPOL
- ii) CBT se adopta como medida provisional y, por lo tanto, la prescripción 1) pasará a la prescripción 2) una vez expirado el plazo provisional.

17.5 INSTALACIONES DE RECEPCION DE RESIDUOS DE HIDROCARBUROS EN PUERTOS Y TERMINALES

La descarga de hidrocarburos o mezclas al mar está estrictamente reglamentada por convenios internacionales marítimos de la IMCO. Los residuos y mezclas de agua con hidrocarburos resultantes de operaciones rutinarias de buques-tanque, deben ser retenidos a bordo en casi su totalidad y ser transferidos a instalaciones de recepción en puertos/terminales para su tratamiento y eventual disposición.

El concepto de las instalaciones de recepción de residuos de hidrocarburos provenientes de buques fue señalado inicialmente en el Convenio OILPOL 54 y después enfatizado en el Convenio MARPOL 73 donde se establecieron normas de mayor rigor. Se señalan incluso "zonas especiales" donde las descargas de buques al mar son totalmente prohibidas y todos los residuos deben ser descargados en instalaciones de recepción.

Los principales tipos de residuos a descargar en las instalaciones de recepción son:

- lastres sucios (agua de mar contaminada por residuos de hidrocarburos)
- aguas de lavado de los tanques
- aguas de sentinas contaminadas
- residuos y fangos líquidos y sólidos de hidrocarburos

En la planificación de las instalaciones de recepción se deben considerar dos aspectos fundamentales para evaluar la idoneidad de la instalación:

- la capacidad de recepción de residuos y mezclas de las instalaciones, y
- el método de tratamiento o de disposición de residuos.

Una instalación adecuada deberá tener una capacidad suficiente para recibir lastres sucios y residuos de hidrocarburos sin producir demoras innecesarias en los buques. Además, el efluente resultante que se descarga al mar desde las instalaciones de recepción debe tener una pureza aceptable.

Todavía no existe un acuerdo internacional sobre el contenido aceptable de hidrocarburos en el efluente, pero la IMCO recomienda un contenido máximo de 10 ppm. En algunas instalaciones que se están construyendo en el Mediterráneo se pretende lograr un efluente con 5-6 ppm de hidrocarburos.

En algunos casos después de considerar las distintas soluciones posibles a instalaciones en tierra, puede ocurrir que instalaciones flotantes, tales como barcazas y buques con propul

si3n propia, sean m1s eficaces.

a) Tama1o de las instalaciones de recepci3n

Todos los puertos requieren instalaciones de recepci3n. Sin embargo, el tama1o de 3stas var1a de acuerdo al tipo de puerto o terminal. Es as1 como los terminales de carga de hidrocarburos (en su mayor1a en pa1ses exportadores de petr3leo o con un cabotaje intenso) y los puertos de reparaci3n o limpieza de buques-tanque requieren instalaciones de recepci3n considerablemente mayores a las de otros puertos o terminales de descarga.

Para determinar la capacidad adecuada de las instalaciones se deber1 por una parte hacer un estudio del movimiento promedio a futuro de los distintos tipos de buques que entrar1an al puerto o utilizar1an un terminal costa afuera. Por otra parte, pueden utilizarse las estimaciones globales de IMCO* sobre descarga de lastre y residuos por buque en distintos tipos de puertos. En los Cuadros 1 al 6 se resumen las directrices de IMCO.

Cabe se1alar que las estimaciones de IMCO sobre la cantidad de residuos o mezclas que deber1 recibir una determinada instalaci3n se basan en los siguientes supuestos.

- el buque, al entrar a puerto, habr1 tomado todas las medidas que sean aceptadas por el Convenio MARPOL 73 para disminuir a un m1nimo la cantidad de residuos a bordo
- las estimaciones se refieren a promedios mundiales, lo que obligar1a a hacer correcciones en casos especiales
- la adopci3n de ciertas t3cnicas para reducir la cantidad de lastre sucio, tal como el uso de lastres separados, afectar1 considerablemente estas estimaciones.

* Guidelines on the provision of adquate reception facilities in ports Part I: Oil Residues, IMCO 1977.

CUADRO 1
TERMINALES DE CARGA DE PETROLEO CRUDO

Ubicación	Travesía en lastres	Necesidades (descarga)
Fuera Zona Especial	< 1200 mm o < 72 horas	30% dwt (Lastre sucio)
	> 1200 millas mari nas o > 72 horas	<u>NO</u>
Dentro Zona Especial	< 1200 mm } fuera o } zona < 72 horas } especial	30% (lastre sucio)
	Dentro zona especial	30% (lastre sucio)
	> 1200 millas marinas o > 72 horas	<u>NO</u>

Excepciones: - Cuando reglas locales no autorizan descarga lastre limpio: 30% dwt

- Cuando buques provienen de zonas de extremado mal tiempo.

CUADRO 2

TERMINALES DE CARGA DE DERIVADOS

Volumen de carga diaria promedio mayor de 1000 m³
 Buques-tanque para productos derivados (blancos y negros)

Sin limpieza previa de tanques de lastre	30% dwt* (lastre sucio) + cierta cantidad de producto limpio acumulado
Con limpieza previa de tanques de lastre	0.2% dwt + cierta cantidad de producto limpio acumulado
<p>* En condiciones metereológicas buenas o predecibles la cifra puede ser bastante inferior</p>	

CUADRO 3

PUERTOS CON ASTILLEROS DE REPARACION O LIMPIEZA DE TANQUES

B-T (crudo)	a) 30% dwt	lastre sucio
	b) 4% - 8% dwt	agua de lavado
	c) 1% dwt	residuos líquidos de crudo*
	d) 0.01%-0.1% dwt	residuos sólidos de tanques
B-T (productos negros)	a) 30% dwt	lastre sucio
	b) 4% - 8% dwt	agua de lavado
	c) 0.5% dwt	residuos líquidos de hidrocarburos*
	d) 0.01%-0.1% dwt	residuos sólidos de tanques
B-T (productos blancos)	a) 30% dwt	lastre sucio
	b) 4% - 8% dwt	agua de lavado
	c) 0.2% dwt	residuos líquidos de hidrocarburos*
	d) 0.01%-0.1% dwt	residuos sólidos de tanques
* En algunos casos después de deshidratados pueden servir de combustible o ser purificados para ello. En el caso de residuos de productos blancos esto no es práctico por la variedad de componentes y su volatilidad.		
Todos los buques	Variables	lastre sucio, agua y residuos provenientes de la limpieza de tanques de combustible.

CUADRO 4

PUERTOS Y TERMINALES QUE RECIBEN BUQUES
PROPULSADOS POR MOTORES DIESEL*

10 tons métricas/buque	residuos de hidrocarburos
------------------------	---------------------------

* Se refiere a aquellos que usan combustible residual tratado a bordo

CUADRO 5

TODOS LOS PUERTOS

(c/r a aguas de sentinas y otros residuos)

Buques oceánicos	100 tons métricas/buque	aguas de sentinas
	500 tons*	lastres sucios de estanques de combustibles
Buques cabotaje	20 tons métricas/buque	aguas de sentina

* Buques Portacontenedores de alta mar requieren instalaciones de mayor capacidad

CUADRO 6

PUERTOS QUE RECIBEN BUQUES DE CARGA COMBINADOS (OBO Y O/O)

Cuando se requiere la limpieza de tanques de carga de hidrocarburos:

	4%-10% dwt	agua de lavado/residuos
	0.5% dwt	residuos líquidos de hidrocarburos
Travesía en lastre corta (tanques sucios)	30% dwt	lastre sucio

b) Medidas para limitar las necesidades de instalaciones de recepción

1. Buques-tanque con lastre separado.
En general con capacidad del 10-18% dwt
2. Retención de hidrocarburos a bordo (LOT).
Mejoramiento de sistemas y técnicas
3. Lavado de tanques con crudo (con gas inerte) reducen los residuos líquidos/sólidos de un 1% a un 0.1%
4. Mejoramiento de sistemas de agotamiento final en la descarga
5. Equipos separadores y filtradores de agua e hidrocarburos
6. Incineración de residuos de hidrocarburos
7. Variantes en las operaciones:
 - a) aumento de la capacidad de tanques de lastre separado
 - b) reducción de la velocidad o aumento de la duración de la travesía para completar operaciones de retención de residuos a bordo (LOT)
 - c) trasvase del lastre a otros buques en terminales de transbordo de la carga, con las precauciones necesarias.

c) Tecnología de separación/tratamiento de mezclas y residuos de hidrocarburos

Las instalaciones de recepción para procesar las mezclas y residuos de hidrocarburos recibidos de buques, deberán tener la capacidad de realizar tres operaciones básicas:

- separación primaria del agua e hidrocarburos
- tratamiento secundario de aguas residuales
- tratamiento/eliminación de fangos residuales.

Quando se descarga un efluente con tratamiento primario a la red municipal de alcantarillado, los standards de calidad de agua que se exigen son menos severos que en el caso de una descarga directa a un río o mar. Esto se debe a que se supone que la descarga sufrirá un tratamiento adicional en la planta de tratamiento municipal. Por lo tanto, los sistemas de tratamiento necesarios en las instalaciones de recepción dependerán del destino del efluente de descarga de aguas residuales.

Sistema típico de tratamiento

1. Proceso de separación primaria del agua e hidrocarburo

Este consiste básicamente de estanques de decantación equipados con recuperadores de petróleo de bombeo superficial. A veces es conveniente contar con un sistema de calentamiento y agitación para acelerar el proceso. Además, frecuentemente se agrega un separador API o CPI al sistema. El período efectivo de decantación de un lastre sucio debe ser como mínimo 12 horas para lograr una adecuada separación.

2. Tratamiento secundario

Con el fin de reducir el contenido de hidrocarburos en el efluente de descarga al nivel recomendable, de menos de 10 ppm, se considera necesario un tratamiento adicional (secundario). En general éste puede incluir filtración, floculación química o flotación por aire ya sea en forma independiente o combinada.

En el caso de una descarga de la instalación de recepción a la red de alcantarillado se recomienda un tratamiento secundario que incluya los siguientes procesos: coagulación química, floculación y flotación por aire. Con este tratamiento se obtiene, de acuerdo a la experiencia, una concentración de petróleo en el efluente de 20 ppm. La Figura 4 describe esquemáticamente el proceso.

Para descargas directas de la instalación de recepción a ríos, puertos o al mar, el tratamiento secundario debiera incluir los siguientes procesos: coagulación química, floculación, sedimentación, filtración con arena y absorción con carbón activado. La experiencia señala que con este tratamiento se obtiene un contenido de petróleo en la descarga de 2 - 10 ppm. La Figura 5 describe este proceso.

Para asegurar la eficacia de los tratamientos mencionados es indispensable un control de calidad del efluente bastante frecuente y es recomendable que este control sea hecho por una persona distinta del operador de la planta de tratamiento: un funcionario portuario o un laboratorista independiente. Para las medidas de contenido de petróleo en el efluente se recomienda el análisis de muestras en un solvente mediante espectrometría infrarroja.

En forma similar, también es recomendable verificar la composición de los lastres sucios y aguas residuales que recibe la planta.

El personal operativo de la planta y supervisores, en particular funcionarios portuarios, deben estar familiarizados con las instalaciones, para lo cual es conveniente una capacitación en la planta misma.

Recepción de aguas de sentinas y otros residuos en puertos

En muchos casos esta tarea resulta my fácil de llevar a cabo mediante camiones cisterna y acoplados, o bien con barcas que pueden ser de segunda mano. Los procesos de separación pueden llevarse a cabo a bordo de la embarcación cuya capacidad debe ser del orden de los 500 m³.

SEGUNDA PARTE

PREVENCION DE LOS DERRAMES DE PETROLEO
EN INSTALACIONES PETROLERAS
(REFINERIAS Y TERMINALES)

En una instalación petrolera (refinería costera o terminal de carga/descarga), la mejor manera de enfrentar el problema de la contaminación por petróleo es prevenir los derrames. La prevención es el resultado de acciones preplanificadas y voluntarias, cuidadosamente llevadas a cabo bajo condiciones controladas. El objetivo fundamental de un programa de control total de la contaminación del agua debe prevenir los derrames de petróleo desde la instalación.

Sabiendo que el petróleo y sus productos son de valor nadie fomenta deliberadamente los derrames de petróleo en las instalaciones. Prácticamente todos los derrames de petróleo son causados por accidentes. Los accidentes pueden ser clasificados según su origen en accidentes por fallas del equipo y accidentes por fallas humanas; un programa de prevención debiera dirigirse a ambas clasificaciones.

Diseño de ingeniería

El mejor momento para empezar un programa de prevención de derrames de petróleo es durante la fase de diseño

//..

de un nuevo sistema o instalación. Este es el punto desde el cual se puede hacer efectivo el máximo de control en la selección de todos los equipos y materiales que van a integrar la instalación. Se deben aplicar modernas tecnologías e innovar con ideas nuevas. Se deben incorporar en el diseño inicial los equipos necesarios para combatir la contaminación y los sistemas apropiados de monitores, alarmas y sistemas de corte. Todo sistema o instalación nuevos, debidamente diseñados e instalados deberían funcionar por años con bajos costos de mantención y reparación y con efectos adversos mínimos hacia el ambiente. Sin embargo, cada vez son más frecuentes los casos en que deben efectuarse modificaciones y modernizaciones de las instalaciones que han estado operando por algunos años. Originalmente esas instalaciones pueden haber sido diseñadas con criterios que ya pueden estar obsoletos. Las instalaciones pueden haber estado expuestas a la corrosión, a la abrasión y, en general, al uso a través de los años. El diseño de ingeniería de las instalaciones necesita considerar si una planta es nueva o vieja.

Identificación de Problemas

La fase inicial de la prevención de derrames de petróleo en cualquiera instalación es determinar la situación existente. Cuáles son los sistemas operados, dónde están localizados, cómo están equipados, en qué condiciones está el

//..

equipo y qué debe corregirse, son algunas de las preguntas que podrían necesitar una respuesta.

Como no todo puede ser realizado de inmediato, deben establecerse prioridades. Debe determinarse qué sistemas están en estado crítico y cuáles están más propensos a sufrir daños. Esta asignación de prioridades debería ser hecha por un equipo de expertos, por ejemplo, un ingeniero estructural para los estanques de almacenamiento, un ingeniero civil para drenajes, un ingeniero eléctrico para los sistemas de seguridad o fallas, etc. Esto no siempre es posible, especialmente en instalaciones pequeñas. Sin embargo, esta determinación es importante. Si los procedimientos de operación han sido periódicamente revisados y la mantenición ha sido adecuada la tarea puede ser fácil. La dificultad estriba en una situación adversa a la descrita.

Planificación y ejecución.

Habiendo determinado la situación, vienen los problemas de inspección, pruebas, mantenición, corrección, entrenamiento y supervisión.

Inspección.

Es imperativo que cualquier programa de prevención de derrames incluya inspecciones programadas regulares. Estas

//..

pueden ser críticas, no casuales y llevadas a efecto por personal calificado. Las listas de comprobación pueden ser útiles. Puede haber más de un tipo de inspección. Las inspecciones a fondo pueden ser preplanificadas, con visitas programadas, tales como los estanques, mientras que otras pueden ser diarias, tal como las mangueras y conexiones. Algunas pueden ser efectuadas por operadores, otras por los supervisores. Los informes de estas inspecciones son importantes. El análisis de estos informes puede entregar información que puede ser utilizada para prevenir fallas futuras. En general los procedimientos de inspección están definidos para los diversos tipos de equipos.

Pruebas.

La existencia de elementos de seguridad para fallas puede crear una atmósfera de complacencia y tranquilidad. Pero éstos pueden fallar en una emergencia. Es conveniente crear situaciones de manera que estos equipos tengan que funcionar. Las alarmas, sean visuales o de sonido, deben ser probadas a intervalos regulares. Generalmente, las pruebas se efectúan bajo procedimientos normales de mantención. En situaciones especiales, tales como cañerías que van por debajo de ríos, por ejemplo, pueden efectuarse pruebas con más frecuencia.

Mantenimiento preventiva.

Las inspecciones y las pruebas revelan la potencialidad de las fallas; la mantención preventiva previene que ellas ocurran. La mantención planificada corrige los problemas sin una interrupción grande de la operación. Pero necesita de planificación. La mantención es la clave en la eliminación de las fallas del equipo.

Entrenamiento del personal.

El éxito en la prevención de los derrames de petróleo depende de las personas. Este es, sin embargo, el factor más difícil de controlar. Solamente puede ser alcanzado a través de un adecuado e intenso entrenamiento. El entrenamiento estimula la confianza, la competencia y la motivación. Debe ser continuo, formal o informal y debe crear conciencia de la prevención de los derrames a través de la familiaridad en el trabajo, el conocimiento de las políticas y procedimientos y de un adecuado reconocimiento de las metas a alcanzar.

El aspecto más importante del entrenamiento es involucrar al personal de operaciones en el desarrollo del programa de prevención. Si esta fase es conducida con el apoyo de la gerencia o del mando superior, todo el personal entenderá la importancia de la prevención de los derrames. Además de las declaraciones sobre la filosofía del manejo de los de

//..

rroles, hay otras estrategias que pueden ser útiles.

- 1.- Inspección. Con el personal de operaciones se deben preparar algunos formularios que indiquen en detalle las fuentes de filtraciones. Esto es conveniente ya que el personal de operaciones es el más familiarizado con las fuentes de derrames, filtraciones, etc.

Se deben preparar listas de comprobación y se debe efectuar inspecciones periódicas. Todos los informes de las inspecciones deben ser guardados para su utilización en el futuro.

- 2.- Reuniones. Se deben efectuar reuniones de acuerdo a una programación regular. Es conveniente recordar al personal de operaciones que la prevención de los derrames es tan importante como la seguridad. Los temas deben cambiar en cada reunión.
- 3.- Entrenamiento. Existe un buen número de ayudas a la instrucción tales como charlas, películas, diapositivas, demostraciones, etc., que son muy efectivas. Si el entrenamiento en la sala de clases está bien planificado aumentarán el conocimiento sobre la prevención de los derrames.

//..

Una parte muy importante de este entrenamiento deben ser las demostraciones prácticas o sesiones prácticas. Estas actividades deberán ser coordinadas estrechamente con el plan de contingencia de derrames de petróleo.

- 4.- Coordinación. Toda persona debe conocer su papel en la prevención de los derrames. Es responsabilidad de la administración asegurarse que esto se cumpla.

CAPITULO 19
SEGURIDAD EN EL ESCENARIO
DEL DERRAME

SEGURIDADAspectos generales.

Dependiendo del tipo de petróleo, de la cantidad derramada y de numerosos otros factores, es posible que exista una atmósfera inflamable donde hay un derrame de petróleo. Esto es aún más cierto cuando ocurre un derrame de gasolina o de petróleo crudo. Si esa condición existe, debe usarse equipo a prueba de explosión, y solamente desde barlovento, hasta que la atmósfera cercana al derrame haya sido comprobada con un explosímetro. Deben considerarse ciertas fuentes especiales de encendido, como por ejemplo, motores de las embarcaciones. Debe prohibirse fumar y usar luces descubiertas.

Aun si se utilizan equipos a prueba de explosión, pueden ocurrir algunos problemas. Por ejemplo, los motores diesel pueden acelerarse a través de la inducción de vapores de hidrocarburos. En aquellos equipos diesel que se pretende utilizar en áreas donde hay derrames de petróleo, se deben instalar paradas de emergencia y cortes de ventilación.

Inflamabilidad.

Cuando se enciende el petróleo, lo que se quema como una llama visible, es el gas que progresivamente va generando el líquido. La cantidad de gas que se genera depende de la

//..

volatibilidad, la que, para comparación, es expresada frecuentemente en términos de presión de vapores reid. Una medida más informativa de la volatibilidad es la presión de vapor verdadera; pero, desafortunadamente, no es fácil de medir.

Los gases de petróleo pueden inflamarse y se quemarán, solamente cuando están mezclados con el aire en ciertas proporciones. Si el gas de petróleo es poco o mucho la mezcla no se quemará. Estas proporciones límites, expresadas como un porcentaje del gas de petróleo en el aire, son conocidas como los límites inferior y superior de inflamabilidad. Estos límites varían entre los diferentes componentes de los gases de petróleo. Para la mezcla de gases de los petróleos líquidos que normalmente se encuentran en los buques tanques, el límite inferior de inflamabilidad (L.I.I.) es de alrededor del 1%, mientras que el límite superior de inflamabilidad es de más o menos un 10% de gas por volumen de aire.

A medida que el petróleo es calentado, la concentración de gases en el aire también crece. La temperatura del líquido, a la cual esta concentración alcanza el límite inferior de inflamabilidad, se conoce como punto de inflamación ("flash point") de un líquido.

//..

Clasificación de la inflamabilidad.

Hay muchos sistemas para definir las características de inflamabilidad de los petróleos líquidos, la mayoría de los cuales están basados en el punto de inflamación, y en datos de la presión de vapores reid. Para los efectos de este manual, que tiene que ver con condiciones específicas del petróleo, la división de tales líquidos en dos grandes categorías de "volátiles" y "no volátiles", tal como se definen más adelante, se considera suficiente para tomar las precauciones adecuadas.

NO VOLATILES.

Punto de inflamación de 60°C (140°F). Determinado por el método de taza cubierta.

VOLATILES.

Punto de inflamación inferior a 60°C (140°F). Determinado por el mismo método.

Si existe cualquier duda sobre las características de un cargamento, o si una carga o petróleo no volátil están siendo manejados a temperaturas superiores a su punto de inflamación, debe ser tratado como petróleo volátil.

Toxicidad

Cuando se inhalan pequeñas cantidades de gas de petróleo pueden provocar síntomas de pérdida de la conciencia, similares a la embriaguez, con dolor de cabeza a irritación de los ojos. La inhalación de una cantidad suficiente puede ser fatal.

Estos síntomas pueden producirse a concentraciones bastante menores que el límite inferior de inflamabilidad. Sin embargo, los gases de petróleo varían en sus efectos fisiológicos, y también varía la tolerancia humana hacia esos efectos. No debe suponerse que si las condiciones existentes pueden ser toleradas, la concentración del gas no sería dañina o no estaría en el límite de inflamabilidad.

El olor de las mezclas de gas de petróleo varía considerablemente y en algunos casos puede afectar el sentido del olfato. Cuando la mezcla contiene sulfuro de hidrógeno, el deterioro del olfato es realmente serio.

LA AUSENCIA DE OLOR NUNCA SE DEBE TOMAR COMO UNA INDICACION DE AUSENCIA DE GAS.

Seguridad del personal

La seguridad del personal debe tener siempre la

//..

más alta prioridad, no importa cuan seria sea la situación del derrame; sólo una planificación detallada prevendrá toda clase de confusión y desorganización que pudiera hacer peligrar la vida y la seguridad de las personas involucradas en el problema del derrame; algunas materias que demandan especial consideración y atención se señalan a continuación.

Ropa de protección.

Muchos derrames ocurrirán bajo condiciones adversas de tiempo, frío extremo, calor, viento y lluvia. Por lo tanto, hay que disponer de ropa adecuada. Si las condiciones son de calor y humedad extremas de todas maneras debe entregarse algún tipo de protección para prevenir el excesivo contacto del petróleo con la piel, aún cuando esto produzca alguna incomodidad en las personas.

Facilidades para aseo del personal.

No hay lugar a dudas que la limpieza de un derrame de petróleo será una operación sucia. En consecuencia, deben instalarse facilidades mínimas para el aseo del personal, por ejemplo, duchas. Se debe entregar jabón o detergentes en cantidades suficientes. Los dispersantes de petróleo no son recomendables para el aseo personal. Debe tenerse presente, asimismo, que el personal necesitará cambiarse ropa para poder trabajar con una comodidad razonable y en este caso debe haber ropa para estos cambios.

El personal que participa en la limpieza debe recibir alimentos en cantidad razonable, y lo más cerca posible a las horas normales de comida. La comida debe ser servida en un lugar razonablemente limpio, y bajo condiciones donde no pueda ocurrir ingestión de petróleo. El personal debe ser obligado a lavarse antes de comer. Es imperativo el cumplimiento de normas sanitarias mínimas para asegurar que el personal no quedará incapacitado por ingerir comidas en mal estado.

Agua.

El abastecimiento de agua será especialmente crítico cuando una limpieza se efectúe bajo condiciones de alta temperatura y humedad. Cuando existan tales condiciones puede ser útil entregar pastillas de sal. Debe considerarse la desinfección del agua que pueda obtenerse, ya sea con el uso de cloro u otros desinfectantes comerciales.

Riesgos de incendio.

Cuando se trabaja en un derrame de hidrocarburos debe considerarse el riesgo potencial de incendio, ya que, obviamente, es una función de la volatibilidad del elemento derramado. Los productos destilados deben ser considerados como de alto riesgo, el petróleo crudo en menor grado y los residuos de combustible como los de menor riesgo. Los fenó-

//..

menos naturales de degradación, como la volatilización y la oxidación, tienden a reducir el riesgo de incendio. Es esencial el uso de explosímetros cuando ocurren derrames de petróleos livianos, especialmente si se producen bajo muelles o en espacios cerrados.

Todo el equipo que se use en un derrame de hidrocarburos debe ser inspeccionado previamente para detectar probables fuentes de chispas. Cuando hay que trabajar con materiales altamente inflamables hay que utilizar equipo a prueba de explosión; los riesgos de incendio de algunas fuentes de derrames, como un escape incontrolado, (blow out), pueden ser reducidos por medio de neblinas de agua.

El personal debe estar siempre preocupado del riesgo de incendio y debe haber equipo disponible para combatirlo. Debe recordarse que el petróleo, incluyendo aquel que se está incendiando, flota en el agua.

Seguridad a bordo.

La seguridad a bordo de los equipos flotantes, recolectores, lanchas, etc. siempre debe estar en la mente de todos. Deben usarse siempre chalecos salvavidas.

Si las operaciones se realizan de noche los chale-

//..

cos salvavidas deben estar provistos de algún equipo de señalización, tal como una luz o un pito que permita encontrar a alguna persona que pueda haber caído por sobre la borda durante la noche.

Cuando el equipo es usado con marejada puede ser necesario utilizar otros elementos de seguridad, además de los chalecos salvavidas. Esto puede incluir algunos cabos asegurados a elementos estructurales a bordo para prevenir deslizamientos y caídas sobre la borda. Debieran utilizarse zapatos con suela de fricción para prevenir deslizamientos en la cubierta o superficies mojadas.

Por sobre esto, debe reconocerse la capacidad limitada de estos equipos flotantes, en términos de seguridad y estabilidad. Los equipos flotantes jamás deben ser usados en condiciones tales que la seguridad de las personas pudiera estar en peligro.

Iluminación.

Cada vez que las operaciones se realicen de noche o con obscuridad debe haber a mano equipo apropiado de iluminación que permita la observación del personal y de las operaciones.

Substancias tóxicas.

Aun cuando se considera raro, puede haber algunos derrames en los que puede ser necesario considerar exposiciones potenciales a substancias tóxicas. Estas situaciones pueden ser las siguientes:

Petróleo crudo. Algunos petróleos crudos pueden contener concentraciones altas de sulfuro de hidrógeno y pueden constituir un problema.

Destilados. En productos livianos, tales como la gasolina y la parafina, pueden esperarse exposiciones al benceno; por lo general, el benceno desaparecerá rápidamente por volatilización y solución. (La necesidad de limpiar un derrame de productos livianos es poco común porque tales derrames generalmente desaparecerán rápidamente antes que puedan iniciarse las actividades de limpieza).

Gasolina. En ciertas gasolinas pueden estar presentes algunos productos altamente tóxicos como el tetraetilo de plomo. Nuevamente, y con frecuencia, la evaporación ocurrirá antes de que la recolección pueda llevarse a cabo. En espacios cerrados, sin embargo, el personal debe tener especial cuidado de los incendios, de explosiones y de insuficiencia de oxígeno para respirar.

Cuando se sospecha la presencia de algunas sustancias tóxicas es necesario considerar la entrega de equipos y ropa de protección apropiados, incluyendo máscaras de gas y respiradores. El personal que dirige la limpieza debe conocer exactamente la situación que envuelve el derrame y tomar las acciones y precauciones apropiadas.

CAPITULO 20

GLOSARIO DE TERMINOS TECNICOS

Traducción libre del glosario aparecido en
"The Basics of Oil Spill Cleanup"
M. Fingas, W. S. Duval, G. B. Stevenson
Environment Canada, 1979

GLOSARIO DE TERMINOS TECNICOS

ABSORCION (ABSORPTION)

Cualquier proceso mediante el cual una sustancia penetra en el interior de otra sustancia. En el caso de la limpieza de derrames de petróleo, este proceso se aplica a la captación de petróleo por capilares dentro de ciertos materiales sorbentes (Véase también: Acción capilar).

ACCION CAPILAR (CAPILLARY ACTION)

Proceso por medio del cual la fuerza de atracción entre un sólido y un líquido hace que el líquido resulte atraído dentro de la estructura porosa interna del sólido (Véase también: Absorción).

ADSORCION (ADSORPTION)

Proceso por medio del cual una sustancia es atraída y se adhiere a la superficie de otra sustancia sin penetrar realmente su estructura interna.

AERACION (AERATION)

Cualquier proceso por medio del cual aire u otro gas penetra en una sustancia, frecuentemente por métodos tales como el rociamiento de líquido (aeración difundida) o la agitación del líquido para estimular la absorción superficial (aeración mecánica).

AGENTE BIOLOGICO (BIOLOGICAL AGENT)

Microorganismos (principalmente bacterias) agregados a la columna de agua o tierra para aumentar la tasa de biodegradación del petróleo derramado. En forma alternativa, nutrientes agregadas al agua (en forma de fertilizantes) para aumentar el crecimiento y la capacidad de biodegradación de microorganismos ya presentes.

AGENTES DE ACCION SUPERFICIAL (SURFACE ACTING AGENTS)

Productos químicos que al agregarse a un fluido alteran las fuerzas de tensión superficial entre moléculas adyacentes. Los agentes de acción superficial generalmente disminuyen la tensión superficial de un fluido tal como un hidrocarburo y se usan para facilitar su dispersión a través de toda la columna de agua o impedir que se adhiera a superficies sólidas tales como pilotes, muelles y rocas costeras (Véase también: Tensión de superficie).

AGENTE DE COMBUSTION (BURNING AGENT)

Compuestos o materiales tales como la gasolina que se usan para encender y mantener la combustión del petróleo derramado que de lo contrario se quemaría. Los agentes de combustión por lo general se requieren para quemar petróleos expuestos al tiempo ya que los hidrocarburos volátiles de bajo punto de ignición se pierden rápidamente por la evaporación.

AGENTE DE HUNDIMIENTO (SINKING AGENT)

Material que se esparce sobre la superficie de una película de petróleo para absorber el petróleo y hundirlo. Los agentes de hundimiento comunes incluyen arena tratada, cenizas volantes y tipos especiales de arcilla. Sin embargo, estos materiales se usan rara vez porque proporcionan un acercamiento meramente cosmético a la limpieza de derrames de petróleo y pueden causar daño considerable a organismos que habitan en el fondo del mar.

AGENTE "DE MECHA" (WICKING AGENT)

Substancias tales como la paja, astillas de madera, granos de vidrio y sílice tratado, que se usan para aumentar la disponibilidad de oxígeno y proporcionar aislación entre el petróleo y el agua durante la eliminación de petróleo por combustión. (Véase también: Agente de combustion).

AGENTE DISPERSANTE DE PETROLEO (DISPERSANTE) (OIL DISPERSING
AGENT)
(DISPERSANT)

Producto químico útil para disminuir la tensión interfacial entre el petróleo y el agua, por lo que las películas de petróleo se disuelven fácilmente con la acción del oleaje producido en forma natural o mecánica.

AGENTES GELATINANTES (GELLING AGENTS)

Productos químicos que aumentan la viscosidad del petróleo y, en teoría, se pueden aplicar a una película de petróleo para reducir su tasa de expansión sobre la superficie del agua. Sin embargo, los agentes gelatinantes se usan rara vez debido a su costo, al gran volumen requerido y la acción lenta.

AGENTE HIDROFOBO (HYDROPHOBIC AGENT)

Producto químico o material que tiene la particularidad de resistir ser mojado por el agua. Los agentes hidrófobos se usan ocasionalmente en el tratamiento de sorbentes sintéticos para disminuir la cantidad de agua absorbida y, en consecuencia, aumentar el volumen de petróleo que pueden absorber antes de ser saturados. (Véase también: Sorbentes orgánicos sintéticos).

AGENTE OLEOFILICO (OLEOPHILIC AGENT)

Material o producto químico que tiene tendencia a atraer petróleo. Los productos químicos de este tipo se pueden usar en el tratamiento de materiales sorbentes para aumentar su capacidad de recuperación de petróleo.

AGENTE RECOLECTOR DE PETROLEO (OIL COLLECTING AGENT)
(OIL HERDER)

Producto químico que tiene una presión de esparcimiento sobre el agua mucho mayor que la presión de esparcimiento del petróleo. El material es insoluble en agua y ayuda en el control y concentración de un derrame de petróleo.

ALCANOS (ALKANES)

Una clase de hidrocarburos (compuestos de hidrógeno y carbono) que se caracterizan por cadenas ramificadas o no ramificadas de átomos de carbono con átomos de hidrógeno ligados. Todos los alcanos tienen la fórmula general de C_nH_{2n+2} y no contienen enlaces dobles de carbono-carbono (es decir, están saturados). Se les denomina también parafinas y son un constituyente principal del gas natural y del petróleo. Los alcanos que contienen menos de 5 átomos de carbono por molécula ("n" en la fórmula significa menos de 5) generalmente son gases a temperatura ambiente (por ejemplo, el metano), aquellos que tienen entre 5 y 15 átomos de carbono son generalmente líquidos y, los alcanos de cadena recta que tienen más de 15 carbonos son sólidos. Los alcanos con número bajo de carbono producen anestesia y narcosis (estupor, actividad lenta) a bajas concentraciones y a concentraciones altas pueden causar daño celular y muerte en una variedad de organismos. Los alcanos con números mayores de carbono generalmente no son tóxicos, pero se ha observado que interfieren con los procesos metabólicos normales y la comunicación en algunas especies.

ALCOHOLES (ALCOHOLS)

Una clase de compuestos químicos orgánicos que se caracterizan por la presencia del grupo hidróxilo (OH: oxígeno-hidrógeno) ligado a un átomo de carbono. Los alcoholes son solventes importantes y se usan hasta cierto punto en la preparación de dispersantes químicos. (Véase también: Glicoles).

ALCOHOLES MINERALES (MINERAL SPIRITS)

Destilados de petróleo inflamable que hierven a temperaturas más bajas que el kerosén y que se usan como solventes y adelgazantes, especialmente en pinturas y barnices. Alcoholes minerales son los términos comunes para algunas naftas. Los alcoholes minerales se usaron extensamente en los dispersantes químicos fabricados antes de 1970, pero no se usan en los dispersantes modernos debido a su toxicidad. (Véase también: Nafta).

ALQUENOS (ALKENES)

Una clase de hidrocarburos de cadena recta o ramificada similares a los alcanos, pero que se caracterizan por la presencia de átomos de carbono unidos por enlaces dobles. Los alquenos se denominan también olefinas y todos tienen la fórmula general C_nH_{2n} . Los alquenos que contienen entre 2 y 4 átomos de carbono son gases a temperatura ambiente, mientras que los que contienen 5 o más átomos de carbono son generalmente líquidos. Los alquenos no se encuentran en los petróleos crudos, pero frecuentemente se forman en grandes cantidades durante la reformación (descomposición de grandes moléculas) de petróleos crudos, y son comunes en muchos productos de petróleo refinado tales como las gasolinas. Estos hidrocarburos son generalmente más tóxicos que los alcanos, pero menos tóxicos que los aromáticos.

ALQUITRAN (TAR)

Material hidrocarburo negro o café que fluctúa en consistencia entre un líquido denso y un sólido. La fuente más común de alquitrán es el residuo que queda después de la destilación fraccional del petróleo crudo.

ANAEROBIO (ANAEROBIC)

Término que se usa para describir una situación o un área que se caracteriza por la falta de oxígeno. El término se puede usar también con referencia a organismos tales como algunas bacterias que pueden sobrevivir y crecer en ausencia de oxígeno gaseoso o disuelto. Por ejemplo, muchos sedimentos marinos son anaerobios a una profundidad de pocos centímetros bajo la superficie y, por lo tanto, la degradación del petróleo depositado en tales áreas es baja y primordialmente asociada con tipos anaerobios de microorganismos.

AROMATICOS (AROMATICS)

Una clase de hidrocarburos que se caracterizan por anillos que contienen 6 átomos de carbono. El benceno es el aromático más simple y la mayoría de los aromáticos se derivan de este compuesto. Se considera que los aromáticos son los hidrocarburos más

inmediatamente tóxicos encontrados en el petróleo y están presentes virtualmente en todos los petróleos crudos y productos de petróleo. Muchos aromáticos son solubles en agua en algún grado, con lo cual aumentan su peligro para los organismos acuáticos. Ciertos aromáticos son considerados venenos de larga duración y a menudo producen efectos carcinogénicos.

ASFALTO

(ASPHALT)

Material hidrocarburo negro o café que fluctúa en consistencia entre un líquido denso y un sólido. La fuente más común del asfalto es el residuo que queda después de la destilación fraccional de los petróleos crudos. El asfalto se usa principalmente para recubrir caminos.

BANCOS DE LODO (SLUDGE BANKS)

Acumulaciones de depósitos de sólidos de desagües o desechos industriales o materiales de derrames accidentales.

BARRERA O BARRERA DE CONTENCION (BARRIER OR CONTAINMENT BARRIER)

Cualquier estructura no flotante que se construye para contener o desviar el petróleo derramado en las actividades de limpieza de derrames. Las barreras generalmente son improvisadas y, a diferencia de las barreras flotantes (booms), habitualmente se dejan puestas hasta que se completa el programa de limpieza. En la construcción de la barrera se pueden usar materiales absorbentes para recuperar simultáneamente el petróleo derramado. Estas barreras se usan más frecuentemente en corrientes o acequias muy poco profundas para las barreras flotantes convencionales y, casi siempre, se estacan aguas abajo del lugar del derrame.

BARRERA DE BURBUJAS (BUBBLE BARRIER)

Barrera de contención que aprovecha las corrientes en dos direcciones producidas cuando una cortina ascendente de burbujas alcanza la superficie del agua. El sistema se ha usado con cierto éxito en puertos relativamente calmados, pero requiere mantención considerable cuando las cañerías perforadas sumergidas que se usan para producir la cortina de espuma resultan cubiertas con sedimentos del fondo.

BARRERA FLOTANTE O BARRERA DE CONTENCION FLOTANTE (BOOM OR CONTAINMENT BOOM)

Una estructura mecánica flotante que se extiende sobre y bajo la superficie del agua y que está diseñada para detener o desviar la expansión o movimiento de una mancha de petróleo. Las barreras flotantes son virtualmente una parte integral de todos los programas de limpieza posteriores a los derrames de petróleo sobre el agua.

BARRERAS IMPROVISADAS (IMPROVISED BOOMS)

Barreras construídas de materiales fácilmente accesibles tales como durmientes de ferrocarriles, troncos y postes telefónicos. Las barreras improvisadas se pueden usar como estructuras de contención temporales mientras llegan barreras comerciales más adecuadas al lugar del derrame. Se pueden usar también en conjunto con barreras flotantes comerciales para desviar el petróleo o las áreas donde están ubicadas las barreras comerciales.

BARRERA QUIMICA (CHEMICAL BARRIER)

Productos químicos que actúan como modificadores de tensión de superficie para impedir el esparcimiento de una mancha de petróleo sobre el agua. Al ser colocadas sobre la superficie del agua próxima a una mancha de petróleo, estos productos químicos alejan el petróleo como resultado de su tensión de superficie. Sin embargo, las barreras químicas sólo funcionan con petróleos frescos y su efecto dura sólo unas pocas horas. (Véase también: Tensión de superficie).

BARRERA ROCIADORA (SPRAY BOOM)

Equipo para distribuir agua o un agente químico sobre un área extensa con el fin de extinguir incendios o tratar derrames de petróleo o de productos químicos.

BARRIL (BARREL)

Unidad de medida líquida (volumétrica) para el petróleo y productos de petróleo, igual a 42 galones americanos o 159.7 litros. Se usa extensamente por la industria petrolera.

BIODEGRADACION (BIODEGRADATION)

La degradación de substancias resultante de su uso como fuente de energía de alimento por ciertos microorganismos que incluyen bacterias, fango y levaduras. El proceso en relación a la degradación del petróleo es extremadamente bajo y limitado en gran medida por la temperatura, la disponibilidad de nu

trientes y de oxígeno. Aunque más de 100 especies de microorganismos tienen la habilidad de utilizar los hidrocarburos como una fuente de energía, ninguna especie puede degradar más de 2 o 3 de los muchos compuestos encontrados normalmente en el petróleo.

BUNKER "B" (BUNKER "B")

Petróleo combustible relativamente viscoso (combustible N° 5) usado principalmente como combustible para calderas marinas e industriales.

BUNKER "C" (BUNKER "C")

Petróleo combustible muy viscoso (combustible N° 6) usado como combustible para las calderas marinas e industriales.

CARGA SOBRE RESIDUOS (LOAD ON TOP)

Proceso para lastrear y limpiar buques tanques sin descargar petróleo. Primero, la mitad de los estanques se llenan con agua de mar mientras que los otros se limpian con manguera. Luego, el petróleo de los estanques limpios y el petróleo que se ha separado en los estanques llenos se bombea hacia un solo estanque para residuos. Mientras que los estanques recién limpiados se llenan con agua de mar, el agua limpia en los estanques llenos se descarga entonces, manteniendo así constantemente el lastre.

CATALIZADOR (CATALYST)

Una sustancia agregada a un sistema de reacción (por ejemplo, reacción química) que altera la rapidez de la reacción sin ser consumida ella misma. La mayoría de los catalizadores se usa para aumentar la rapidez de una reacción. Por ejemplo, el metal vanadio a menudo está presente en cantidades residuales en los petróleos crudos y actúa como catalizador para acelerar la velocidad de la oxidación química de ciertos hidrocarburos a medida que el petróleo es expuesto al tiempo. Los catalizadores, (por ejemplo, sílice, alúmina), se usan también durante el refinamiento del petróleo para aumentar de hidrocarburo se disocian en moléculas más pequeñas (desintegración catalítica).

CERA (WAX)

Cualquiera de una clase de sustancias flexibles de origen vegetal, animal, mineral o sintético. Las ceras consisten generalmente de compuestos orgánicos de cadena larga. Las ceras se incluyen en el residuo formado con posterioridad al refinamiento del petróleo crudo.

CIENO (SILT)

Partículas de tierra o sedimento que fluctúan en tamaño entre 4 y 64 micrones. Las partículas de cieno son más grandes que las de arcilla (4 micrones), pero más chicas que la arena (64 micrones a 2 mm).

COMBUSTIBLE PARA AVIONES (JET FUEL)

Combustible de kerosén, o basado en kerosén, para impulsar las máquinas de combustión de aviones de propulsión a chorro. (Véase también: Kerosén).

COMBUSTIBLE RESIDUAL (RESIDUAL FUEL)

Producto líquido o semilíquido usado como combustible que se obtiene como residuo de la destilación del petróleo y se vende para combustión, ya que no es económicamente utilizable para otros propósitos industriales.

CONTENCION (CONTAINMENT)

El proceso de impedir la expansión del petróleo más allá del área donde se ha derramado para minimizar la contaminación y facilitar la recuperación.

CONTRATISTA DE DERRAMES DE PETROLEO (OIL SPILL CONTACTOR)

Firmas privadas que se han formado para prestar servicios de limpieza de derrames de petróleo. Estos contratistas independientes a menudo tienen su propio equipo de contención y recuperación y se pueden identificar en planes de contingencia locales o regionales.

COOPERATIVA DE DERRAMES DE PETROLEO (OIL SPILL CO-OPERATIVE)

Organizaciones formadas por compañías petroleras que operan en un área dada con el propósito de mancomunar equipo y formar personal para combatir derrames de petróleo.

CORRIENTES DE AIRE O AGUA (AIR OR WATER STREAMS)

Un método de contención de petróleo en que la fuerza de aire o de agua dirigida como una corriente puede usarse para desviar o contener una mancha de petróleo. El método se puede usar para sacar el petróleo bajo el muelle o para ajustar las barreras flotantes una vez que se han instalado.

CORTINA DE AIRE (AIR CURTAIN)

Artefacto de contención de derrames que se ubica bajo la superficie del agua y tiene numerosos agujeros pequeños a lo largo de su eje por los cuales se bombea aire. Las burbujas de aire ascendentes y en expansión crean un flujo sobre la superficie del agua lo que retrasa la expansión del derrame.

CUBIERTA DE ESPUMA (FOAM COVERING)

Técnica que usa espuma para disminuir la emanación de vapores o gases de un producto volátil derramado.

DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND (BOD))

Una medida de la cantidad de oxígeno que se necesita para satisfacer las exigencias de la oxidación bioquímica de un contaminante, en una muestra que se mantiene a una temperatura especificada (20°C) durante un período específico (5 días).

DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO (CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD))

La cantidad de oxígeno necesaria para la oxidación química de la materia orgánica en un líquido, la conversión de la materia orgánica a dióxido de carbono y agua sin considerar la asimilabilidad de las sustancias.

DEMULSIBILIDAD (DEMULSIBILITY)

La habilidad de un petróleo para separarse del agua con la que está mezclado o emulsionado. Mientras más rápido se separe el petróleo del agua, mayor es el porcentaje de demulsibilidad.

DENSIDAD (DENSITY)

La masa de un volumen unitario cuya expresión numérica varía con las unidades seleccionadas.

DESHIDRATAR (DEWATERING)

Eliminar agua de una sustancia por filtración, centrifugación, prensado, secado en lugar abierto, calefacción u otros métodos.

DESTILACION FRACCIONADA (FRACTIONAL DISTILLATION)

Separación de una mezcla de líquidos tales como el petróleo crudo en compuestos que tienen diferentes puntos de ebullición. La destilación fraccional es el proceso primario en el refinamiento de petróleos crudos.

DESVIADORES (BAFFLES)

Valetas, guías, rejillas, rejas o artefactos desviadores similares ubicados en agua corriente para absorber energía, desviar, guiar o agitar el líquido, controlar corrientes de reflujo, efectuar distribución más uniforme de velocidades. Los desviadores se pueden usar en la separación petróleo-agua para la coalescencia del material.

DETERGENTE (DETERGENT)

Producto químico de acción de superficie particularmente útil en la elevación o eliminación de material

adherente no deseado desde una superficie sólida.

DETRITO (DETRITUS)

Material suelto que resulta de la desintegración o abrasión de las rocas. También, material suspendido en la columna de agua que incluye fragmentos de flora y fauna en descomposición y pelotillas fecales producidas por zooplankton y comunidades bacterianas asociadas. (Véase también: Pelotillas fecales).

DIFUSOR (DIFFUSER)

Placa o tubo poroso generalmente fabricado de carbón rundo, alundum o arena sílica, a través del cual se fuerza aire y se divide en burbujas diminutas para su difusión en los líquidos.

DISOLUCION (DISSOLUTION)

Acto o proceso de disolver una sustancia en otra. Específicamente, un proceso que contribuye a la exposición del petróleo al tiempo de tal modo que ciertos hidrocarburos "levemente" solubles y diversas sales minerales presentes en el petróleo son disueltos en el agua circundante.

DISPERSANTES O DISPERSANTES QUIMICOS (DISPERSANTS OR CHEMICAL DISPERSANTS)

Productos químicos que reducen la tensión de superficial entre el petróleo y el agua y de tal modo facilitan la desintegración y dispersión de la mancha a través de toda la columna de agua en forma de una emulsión de petróleo en agua. Los dispersantes químicos sólo se pueden usar en áreas donde no ocurriría daño biológico desfavorable y aún entonces, sólo cuando su uso es aprobado por las agencias reguladoras gubernamentales.

DISPERSION (DISPERSION)

La distribución del petróleo derramado en las capas superiores de la columna de agua por la acción natural de las olas o la aplicación de dispersantes químicos.

micos. En limpieza y restauración de orillas de playas, la extracción del petróleo varado mediante la acción de las olas (dispersión natural) o aplicación de dispersantes químicos o uso de una o varias técnicas de dispersión hidráulica.

DISPERSION HIDRAULICA (HYDRAULIC DISPERSION)

Una de las diversas técnicas de limpieza de orillas de playas que utiliza una corriente de agua ya sea a baja o alta presión para desprender el petróleo varado. Estas técnicas se prestan más para desprender sedimentos gruesos, rocas y estructuras hechas por el hombre, aunque se debe tener cuidado para evitar dañar la flora y fauna de entre mareas.

DISPERSION QUIMICA (CHEMICAL DISPERSION)

En relación a derrames de petróleo, este término se refiere a la creación de emulsiones de petróleo en agua por el uso de productos químicos fabricados para este propósito. Con respecto a limpieza de orillas de playas, la dispersión química es el proceso de rociamiento de dispersantes químicos para extraer petróleo varado de áreas de orilla de playas rocosas no consideradas biológicamente sensibles. Los dispersantes se rocían habitualmente sobre las superficies contaminadas durante la marea baja y se dejan mezclar con el petróleo mediante la acción natural de las olas sobre la marea entrante. Esto forma una emulsión de petróleo en agua que posteriormente es sacada de la orilla de la playa con mangueras de agua o por la acción natural de las olas.

ECOLOGIA (ECOLOGY)

Una rama de la ciencia relacionada con la correlación de todos los organismos y su medio ambiente.

EFICIENCIA DE RECOLECCION (COLLECTION EFFICIENCY)

El porcentaje de una substancia específica retenido al pasar por un artefacto de recuperación o muestreo.

ELEMENTO TENSOR O DE TENSION (TENSION MEMBER)

La parte de una barrera de contención flotante que transporta la carga ubicada sobre la barrera por las fuerzas del viento, olas o corriente. Los elementos de tensión se construyen comúnmente de cables de alambre debido a su firmeza y resistencia elástica.

ELIMINACION (DISPOSAL)

Eliminar los materiales de desecho transportándolos a un incinerador, un sitio de relleno sanitario, una instalación de recuperación de recursos u otros sitios.

EMULSIFICACION (EMULSIFICATION)

El proceso por medio del cual un líquido es dispersado en otro en forma de pequeñas gotas. En el caso del petróleo, la emulsión puede ser petróleo en agua o agua en petróleo. Ambos tipos de emulsiones se forman como resultado de la acción de las olas, aunque las emulsiones agua en petróleo son más estables y crean problemas especiales de limpieza. (Véase también: Emulsión petróleo en agua; Emulsión agua en petróleo).

EMULSION AGUA EN PETROLEO (WATER -IN- OIL EMULSION)

Un tipo de emulsión en la que gotas de agua están dispersas a través de todo el petróleo, formada cuando se mezcla agua con un petróleo relativamente viscoso por la acción de las olas. En contraste con las emulsiones de petróleo en agua, este tipo de emulsión es extremadamente estable y puede persistir durante meses o años después de un derrame, particularmente cuando se deposita en áreas de la orilla de la playa. Las

emulsiones de agua en petróleo que contienen 50 a 80% de agua son más comunes, tienen una consistencia parecida a la grasa y generalmente se designan como "mousse de chocolate". (Véase también: Mousse de Chocolate, Emulsificación, Emulsión petróleo en agua).

EMULSION PETROLEO EN AGUA (OIL -IN- WATER EMULSION)

Una emulsión de gotas de petróleo dispersas en agua circundante, formada como resultado de la acción de las olas o por un dispersante químico. Las emulsiones de petróleo en agua muestran una tendencia a unirse y volver a forma una mancha de petróleo cuando el agua se calma, aunque la presencia de agentes de actividad de superficie en el petróleo o agregados artificialmente en forma de dispersantes químicos aumenta la persistencia de este tipo de emulsión. La dispersión natural de grandes cantidades de petróleo puede seguir la formación de emulsiones de petróleo en agua y los procesos de exposición al tiempo tales como disolución, oxidación y biodegradación, pueden acelerarse debido al gran aumento de petróleo en el área superficial relativo a su volumen. (Véase también: Emulsificación, Emulsión agua en petróleo).

EXPLOSION (BLOWOUT)

Un repentino escape violento de gas y petróleo en un pozo petrolífero causado por gas de alta presión cuando han fallado las medidas preventivas.

EXPOSICION A FACTORES NATURALES (INTEMPERIZACION) (WEATHERING)

La alteración de las propiedades físicas y químicas del petróleo derramado a través de una serie de procesos naturales que comienzan cuando el derrame ocurre y continúan indefinidamente mientras el petróleo permanece en el medio ambiente. Los procesos principales que contribuyen a la exposición al tiempo incluyen: evaporación, disolución, oxidación, emulsificación y degradación microbiana.

FALDA (SKIRT)

La parte de barrera flotante que se extiende bajo la superficie del agua y que provee la barrera básica para el esparcimiento de una mancha de petróleo o la pérdida de petróleo bajo la barrera.

FALLA DE UNA BARRERA FLOTANTE (BOOM FAILURE)

Falla de una barrera flotante comercial o improvisada para contener petróleo debido a vientos, olas o corrientes excesivas o despligue inadecuado. La falla de la barrera flotante puede manifestarse en flujo submarino de petróleo, esparcimiento de petróleo o rotura estructural. (Véase también: Rotura de la capa, Rotura de gotas).

FANGO (SLUDGE)

Materiales de desecho en forma de un residuo lodoso altamente concentrado.

FLOTACION (FLOTATION)

Método para elevar la materia suspendida en forma de capa de impurezas a la superficie de un líquido mediante aeración, vacío, emisión de gas, productos químicos, electrólisis, calor o descomposición bacteriana y, posteriormente, eliminar la capa de impurezas mediante recuperadores mecánicos.

FRANCOBORDO (FREEBOARD)

La parte de una barrera flotante diseñada para impedir que las olas arrastren el petróleo por sobre la parte superior. Francobordo se usa también para describir la distancia entre la superficie del agua y la parte superior de la barrera. Generalmente, se aplica también a la distancia entre la cubierta de una nave (buque, lanchón, etc.) y la línea de agua.

GASOLINAS (GASOLINES)

Una mezcla de hidrocarburos líquidos inflamables, volátiles, usados primariamente para máquinas de combustión interna y, que se caracterizan por un punto de inflamación de aproximadamente -40°C y una gravedad específica entre 0,65 y 0,75.

GRADO DE PETROLEO COMBUSTIBLE (FUEL OIL GRADE)

Clasificaciones numéricas del 1 al 6, con un número de grado más bajo que indica petróleo más delgado y más volátil y un número más alto que indica un petróleo denso, relativamente espeso. Los petróleos combustibles número 1 y 2 se usan por lo general en calefactores domésticos, mientras que los otros son usados por la industria y buques. Los petróleos números 5 y 6 son sólidos que deben ser licuados mediante el calor. El petróleo número 1 incluye kerosén, nafta y "range oil".

GRASA (GREASE)

Sebo, ceras, ácidos grasos libres, jabones de calcio y magnesio, incluyendo algunos materiales no grasos.

GRAVEDAD API (API GRAVITY)

Una escala desarrollada por el American Petroleum Institute (API) para designar la gravedad específica de un petróleo, o las proporciones de los pesos de volúmenes iguales de petróleo y agua pura. La gravedad API depende de la temperatura y la presión barométrica y, por lo tanto, se mide generalmente a 16°C y a una presión atmosférica. El agua con una gravedad específica de 1,0 tiene una gravedad API de 10°C. Un petróleo crudo liviano puede tener una gravedad API de 40°C. Los petróleos con gravedades específicas bajas tienen gravedades API altas y vice versa. La gravedad API se puede calcular a partir de la gravedad específica usando la siguiente fórmula. (Véase también: Gravedad específica).

$$API^{\circ} = (141,5 / Grav. Específica 16^{\circ}C) - 131,5.$$

GRAVEDAD ESPECIFICA (SPECIFIC GRAVITY)

La proporción entre el peso de una substancia tal como un petróleo y el peso de un volumen igual de agua. La flotabilidad está íntimamente relacionada con la gravedad específica; si un substrato tiene una gravedad específica menor que la de un fluido, flotará sobre este fluido. La gravedad específica de la mayoría de los petróleos crudos y productos de petróleo refinado es menor a 1,0 y, por lo tanto, estas subs_

tancias generalmente flotan sobre el agua. (Véase también: Tensión de superficie).

GRUMOS DE ALQUITRAN (TAR BALLS)

Masas compactas semisólidas de petróleo altamente expuesto al tiempo formadas por la colección de hidrocarburos viscosos, con número de carbono alto con desechos presentes en la columna de agua. Los grumos de alquitrán generalmente se hunden en el fondo del mar, pero se pueden depositar sobre bordes de playas donde tienden a resistir mayor exposición al tiempo.

HIDROCARBUROS (HYDROCARBONS)

Compuestos químicos orgánicos formados sólo de los elementos carbono e hidrógeno. Los hidrocarburos son los constituyentes principales de los petróleos crudos, gas natural y productos de petróleo refinado, e incluyen cuatro clases principales de compuestos (alcanos, alquenos, naftenos y aromáticos), cada cual con ordenamientos estructurales característicos de átomos de hidrógeno y carbono, así como también diferentes propiedades físicas y químicas.

HIDROCARBUROS HALOGENADOS (HALOGENATED HYDROCARBONS)

Hidrocarburos que incorporan un halógeno en su estructura tales como flúor, bromo, yodo y también astatino, reemplazando uno o más átomos de hidrógeno.

IMBORNALES (SCUPPERS)

Aberturas en la cubierta de un buque que permiten que fluya al mar el agua que cae a la cubierta. Durante un traslado de combustible éstos son tapados para evitar derrames.

INSTALACION PARA ALMACENAMIENTO DE PETROLEO (OIL STORAGE FACILITY)

Una industria, firma o instalación temporal o permanente, con base en tierra que recibe, procesa, fabrica, almacena o embarca una cantidad determinada de petróleo.

KEROSEN (KEROSENE)

Un petróleo inflamable caracterizado por una viscosidad relativamente baja, gravedad específica de aproximadamente 0,8 y punto de inflamación cercano a 55°C. El kerosén se ubica entre las gasolinas y petróleos combustibles en términos de principales propiedades físicas y se separa de estos productos durante la destilación fraccional de los petróleos crudos. Los usos del kerosén incluyen combustibles para lámparas de mecha, calefactores y hornos domésticos; combustible o compuestos combustibles para motores de aviones a chorro y, más delgado en emulsiones para pinturas e insecticidas.

MANCHA DE PETROLEO (OIL SLUG)

Nombre dado a una masa de petróleo con movimiento descendente que resulta a menudo cuando el petróleo es derramado sobre tierra relativamente porosa. La figura con apariencia a un metal deforme resulta de la tendencia de la masa descendente de petróleo a dejar tras sí un embudo de tierra parcialmente saturado con petróleo.

MAPAS DE SENSIBILIDAD (SENSITIVITY MAPS)

Mapas usados por el Comandante de la Operación y el equipo de respuesta de derrames de petróleo que designan un área de importancia biológica, social y económica en una región dada. Estos mapas a menudo dan prioridad a áreas sensibles por lo que en caso de un derrame extenso estas áreas pueden ser protegidas o limpiadas primero. Los mapas de sensibilidad generalmente contienen otra información útil para el equipo de respuesta tal como la ubicación de áreas de acceso al borde de la playa, pistas de aterrizaje, caminos, comunidades y la composición y declive de las áreas costeras. Los mapas de este tipo con frecuencia forman parte integral de planes de contingencia locales o regionales.

MEDIDA PREVENTIVA (COUNTERMEASURE)

Una acción tomada para impedir o controlar la contaminación por derrames de petróleo.

MICROORGANISMOS (MICRO-ORGANISMS)

Vida vegetal o animal de tamaño microscópico o ultra microscópico (es decir, invisible al ojo humano sin la ayuda de un microscopio). Los microorganismos se encuentran en el aire, agua y tierra y generalmente incluyen bacterias, levaduras y fangos. Algunos microorganismos son capaces de metabolizar los hidrocarburos y juegan un rol en la degradación natural del petróleo derramado.

MILIGRAMOS POR LITRO (MG/L) (PARTES POR MILLON) (MILLIGRAMS PER LITER (M/L))

Se le llama también partes por millón, esta designación peso por volumen se usa en el análisis del agua, habitualmente, como gramos de substancia por millón de gramos de solución.

MOUSSE DE CHOCOLATE (CHOCOLATE MOUSSE)

Nombre dado a una emulsión de agua en petróleo que contiene 50-80% de agua. Estas emulsiones son muy estables, tienen una consistencia similar a la mantquilla y sólo se forman con un petróleo relativamente viscoso en presencia de acción de oleaje considerable. (Véase también: Emulsificación, Emulsión agua en petróleo).

NAFTA (NAPHTHA)

Cualquiera de varias mezclas de hidrocarburos volátiles y a menudo líquidas inflamables usadas principalmente como solventes y diluyentes. La nafta consiste principalmente de hidrocarburos que tienen un punto de ebullición más alto que las gasolinas y un punto de ebullición más bajo que el kerosén. La nafta fue en principio un componente de los dispersantes químicos usados con anterioridad a 1970.

NAFTENOS (NAPHTHENES)

Una clase de hidrocarburos con propiedades físicas y químicas similares a los alcanos, pero que se caracterizan por la presencia de anillos simples cerrados. Como los alcanos, los naftenos también son saturados (es decir, no contienen enlaces dobles carbono-carbono) y tienen la fórmula general C_nH_{2n} . Los naftenos se encuentran tanto en petróleos crudos como en productos de petróleo refinado. Esta clase de hidrocarburos es insoluble en agua y generalmente ebulle a 10-20°C más que los alcanos con número de carbono correspondiente.

NUMERO DE CARBONO (CARBON NUMBER)

El número de átomos de carbono presente en una sola molécula de hidrocarburo. Las propiedades físicas y químicas de los hidrocarburos tienden a variar con el número de átomos y, estas propiedades se describen frecuentemente en términos de los límites de número de carbono para clases específicas de hidrocarburos. Por ejemplo, los alcanos con números de carbono entre 1 y 4 son gaseosos a temperatura y presiones ordinarias.

OLEAJE DE PROA (HEAD WAVE)

Un área de concentración de petróleo que tiene lugar atrás y a cierta distancia de las barreras flotantes de contención. Esta área de espesamiento del petróleo es importante para la ubicación de artefactos de recuperación mecánica (por ejemplo, recuperadores mecánicos) y es la región en que se inicia el fenómeno de falla de la barrera por rotura en gotas cuando el flujo de corriente excede la velocidad crítica. (Véase también: Rotura en gotas).

OXIDACION U OXIDACION ATMOSFERICA (OXIDATION OR ATMOSPHERIC OXIDATION)

La combinación química de compuestos tales como hidrocarburos con oxígeno. La oxidación es un proceso que contribuye a la exposición de petróleo al tiempo. Sin embargo, en comparación con otros pro-

cesos de exposición al tiempo, la oxidación es lenta ya que la reacción ocurre principalmente en la superficie y sólo una cantidad limitada de oxígeno es capaz de penetrar la película o superficie de petróleo.

OXIDACION BIOLOGICA AEROBICA (AEROBIC BIOLOGICAL OXIDATION)

Cualquier proceso que utiliza organismos aeróbicos, en presencia de aire u oxígeno, como el agente para la reducción de la carga de contaminación o demanda de oxígeno de las sustancias orgánicas.

OXIGENO DISUELTO (DISSOLVED OXYGEN (DO))

Oxígeno libre u oxígeno que no está combinado químicamente con otras sustancias, disponible en el agua para la oxidación de materiales que necesitan oxígeno. Generalmente, se expresa en miligramos por litro o porcentaje de saturación y se usa al determinar el BOD (Demanda de Oxígeno Bioquímico).

PARAFINA (PARAFFIN)

Una sustancia cerosa obtenida de la destilación de petróleos crudos. La parafina es una mezcla compleja de alcanos con número de carbono alto que es resistente al agua y al vapor de agua y es químicamente inerte. El término se usa algunas veces para referirse a los alcanos como una clase de compuestos.

PARTES POR MILLON (PPM) (PARTS PER MILLION (PPM))

Partes por peso en el análisis del agua, equivalente a miligramos por litro dividido por la gravedad específica. En análisis del agua, siempre se entiende que ppm implica relación peso/peso, aunque en la práctica se puede medir un volumen en vez de un peso.

PARTE POSTERIOR DE LA PLAYA (BACKSHORE)

El área del borde de la playa sobre la marca de la ma rea alta. La parte posterior de la playa sólo es inu ndada con agua durante tormentas excepcionalmente fuert es o mareas anormalmente altas acompañadas por vient os fuertes y, por lo tanto, mantiene flora y fauna car acterística de entre mareas. Los materiales granulad os para el reemplazo de material de playa contaminad a excavados durante programas de limpieza de bordes de playas frecuentemente se sacan de la parte poster ior de la playa.

PELICULAS DE PETROLEO (MANCHAS) (OIL FILMS)

Una capa aceitosa más delgada que 0,001 pulgadas pued e clasificarse como sigue:

<u>Término normal</u>	<u>Galones de petróleo por milla²</u>	<u>APARIENCIA</u>
Escasamente visible	25	Escasamente vis <u>i</u> ble bajo las con <u>d</u> iciones más favo <u>r</u> ables de luz.
plateada	50	Visible como res <u>u</u> plandor de plata sobre la superfi <u>c</u> ie del agua.
Ligeramente colora	100	se puede observar el primer indicio de color.
luminosamente colora	200	son visibles ban <u>d</u> as luminosas de color.
opaca	666	los colores se tor <u>n</u> an café opaco.
oscura	1332	café mucho más os <u>u</u> curo.

N.B. Cada pulgada de espesor del petróleo equivale a 5.61 galones por yarda cuadrada o a 17.378.709 galones por milla cuadrada.

PERDIDA POR GOTAS (DROPLET BREAKAWAY)

Un tipo de falla de barrera que resulta de la velocidad excesiva de la corriente. En este tipo de falla de barrera, la ola de proa formada corriente arriba de la masa de petróleo contenida dentro de la barrera se torna inestable y gotas de petróleo son arrastradas por el flujo de agua bajo la barrera. (Véase también: Velocidad crítica; Oleaje de proa; Rotura de la capa).

PESO MOLECULAR (MOLECULAR WEIGHT)

La masa total de cualquier grupo de átomos que están enlazados para actuar como una sola unidad o molécula.

PETROLEO (OIL)

Una categoría de sustancias que incluye, pero no se limita al petróleo, gasolina, petróleo combustible, grasa, sedimento, desechos de petróleo y petróleo mezclado con desperdicios.

PETROLEOS COMBUSTIBLES (FUEL OILS)

Productos de petróleo refinado que tienen gravedad específica que fluctúan entre 0,55 y 0,98 y puntos de ignición superiores a 55°C. Este grupo de productos incluye combustibles para hornos, auto diesel y estufas (petróleos combustibles N° 2), combustibles de calefacción de fábricas e industrias (petróleos combustibles N° 4) y, diversos combustibles bunker (petróleos combustibles N° 5 y 6).

PETROLEO CRUDO (CRUDE OIL)

Petróleo en su forma natural antes de ser sometido a ningún proceso de refinamiento tal como destilación fraccional o desintegración catalítica.

PETROLEO DE SENTINA (BILGE OIL)

Petróleo residual que se acumula en los espacios inferiores de un buque en pequeñas cantidades y que generalmente se mezcla con grandes cantidades de agua.

PETROLEOS RESIDUALES (RESIDUAL OIL)

El petróleo que queda después de la destilación fraccional durante el refinamiento de petróleo; generalmente incluye los petróleos combustibles bunker.

pH (pH)

Denota la intensidad relativa de la acidez o alcalinidad del agua, con el punto neutro en 7,0. Los valores bajo 7,0 indican soluciones ácidas; sobre 7,0 la presencia de álcali.

PLAN DE CONTINGENCIA (CONTINGENCY PLAN)

Un plan de acción preparado con anticipación a un derrame de petróleo. Un plan de contingencia consiste generalmente de indicaciones desarrolladas para una instalación industrial específica o una región completa con el fin de aumentar la eficacia, eficiencia y rapidez de las operaciones de limpieza en caso de un derrame de petróleo y, simultáneamente proteger áreas de importancia biológica, social y económica.

PLAYA DE CASCAJO (COBBLE BEACH)

Una playa compuesta principalmente de ripio con un tamaño del orden de 64 a 256 mm. A este tipo de playa también se le denomina playa de gravas. En comparación, los substratos de piedras grandes son más grandes que 256 mm., mientras que los substratos de guijarros fluctúan entre 4 y 64 mm.

PLAYA DE GUIJARRO (PEBBLE BEACH)

Un substrato de playa compuesto principalmente de ripio que tiene un tamaño entre 4 y 64 mm. Los substratos de guijarros son más finos que los de cascajo y más gruesos que la arena y pueden dejar que el petróleo varado penetre a una profundidad considerable.

POLIETILENO (POLYETHYLENE)

Un polímero (sustancia compuesta de moléculas muy grandes que son múltiples de unidades químicas más simples) del alqueno, etileno, que toma la forma de un termoplástico de peso liviano. El polietileno tiene alta resistencia a productos químicos, baja absorción de agua y buenas propiedades aislantes y se puede fabricar en una serie de formas. El polietileno tiene también propiedades oleofílicas altas y se ha usado con éxito considerable como sorbente para la limpieza de derrames de petróleo.

POLIURETANO (POLYURETHANE)

Cualquiera de una clase de compuestos resinosos sintéticos, fibrosos o elastoméricos pertenecientes a la familia de los polímeros orgánicos, consistentes en moléculas grandes formadas por la combinación química de moléculas sucesivamente más pequeñas en cadenas o redes. Los poliuretanos más conocidos son las espumas flexibles usadas como material de tapicería y colchones, y las espumas rígidas usadas como elementos estructurales de peso liviano incluyendo núcleos para alas de aviones. El poliuretano es también el sorbente más eficaz que se puede usar para la limpieza de derrames de petróleo y, a diferencia de la mayoría de los sorbentes sintéticos, recupera eficientemente una amplia variedad de petróleos de viscosidad diferente.

POZAS MAREALES (TIDE POOLS)

Depresiones permanentes en el substrato de zonas de entre marea que siempre contienen agua, pero que son llenadas periódicamente por las sucesivas mareas entrantes. Las pozas mareales se ubican más frecuentemente cerca de la marca de marea alta y a menudo contienen abundante flora y fauna que puede ser afectada desfavorablemente cuando el petróleo derramado se deposita en estas áreas.

PRECIPITACION (PRECIPITATION)

La separación física o química de una sustancia sólida desde una solución.

PRODUCTIVIDAD BIOLÓGICA (BIOLOGICAL PRODUCTIVITY)

La proporción en que la energía del sol es transferida y reflejada en el crecimiento y/o abundancia de plantas y animales. Es una medida de la riqueza biológica de una población, comunidad o ecosistema y habitualmente se expresa como la cantidad de carbono almacenado en el tejido por unidad de tiempo. Algunos medio ambientes se caracterizan por productividad biológica más alta que otros; por ejemplo, los pantanos y estuarios son generalmente más productivos que las aguas marinas de mar adentro. La productividad biológica de un área es una consideración importante en el diseño de planes de contingencia y en las prioridades asignadas para la limpieza del petróleo derramado.

PUNTO DE EBULLICION (BOILING POINT)

La temperatura a la que un líquido comienza a hervir; específicamente, la temperatura a la que la presión de vapor de un líquido es igual a la presión atmosférica o externa. El punto de ebullición de los petróleos crudos y de los productos de petróleo puede variar entre 30 y 550°C, pero es de poco significado práctico en términos de limpieza de derrames de petróleo. (Véase también: Punto de ignición).

PUNTO DE FLUIDEZ (POUR POINT)

La temperatura más baja a la que una sustancia, tal como el petróleo, fluye bajo condiciones específicas. La temperatura de fluidez de los petróleos crudos varía generalmente entre -57°C y 32°C; los petróleos más livianos con viscosidades bajas tienen temperaturas de fluidez más bajas. La temperatura de fluidez de un petróleo es importante en términos de impacto al borde de playas y limpieza posterior ya que los petróleos que fluyen libremente penetran rápidamente la mayoría de los substratos de playas, mientras que los petróleos semi sólidos tienden a ser depositados sobre la superficie y sólo penetrarán si el material de la playa es grueso o la temperatura ambiente es alta.

PUNTO DE IGNICION (FLASH POINT)

Temperatura a la cual los vapores producidos por un petróleo crudo o producto de petróleo se inflamarán al ser expuestos a una fuente de ignición tal como una llama abierta. (Véase también: Punto de ebullición).

RADIACION ULTRAVIOLETA (ULTRAVIOLET RADIATION)

La porción del espectro electromagnético emitido por el sol adyacente al extremo violeta de la gama de luz visible. Frecuentemente llamada "luz negra", la luz ultravioleta es invisible al ojo humano, pero cuando cae sobre ciertas superficies, hace que éstas se tornen fluorescentes o que emitan luz visible. La luz ultravioleta es responsable de la foto-oxidación de ciertos compuestos incluyendo los hidrocarburos, aunque este proceso está limitado en gran medida por la baja habilidad de penetración (en aire, agua o suelo) de esta forma de energía de onda corta. (Véase también: Foto-oxidación).

RECOLECTOR MECANICO (SKIMMER)

Artefacto capaz de separar y recolectar sustancias flotantes, no miscibles desde el agua. Estas unidades eliminan la capa superior del contaminante y agua por medio de las siguientes técnicas:

RECOLECTOR MECANICO DE ASPIRACION (SUCTION SKIMMER)

Un tipo de recuperador mecánico que incorpora un dispositivo de toma ensanchado al extremo de una manguera de vacío para aumentar el área de superficie sobre la que se ejerce la aspiración de una bomba externa.

RECOLECTOR MECANICO DE CARGA DE VACIO (VACUUM HEAD SKIMMER)

Artefacto similar a una aspiradora para recoger la capa superior de agua que contiene contaminante.

RECOLECTOR MECANICO CENTRIFUGO (CENTRIFUGAL SKIMMER)

Un diseño de recolector mecánico que se opera por medio de la creación de un vórtice o remolino que atrae petróleo a una área del artefacto de la que posteriormente puede ser bombeado totalmente.

RECOLECTOR MECANICO MULTIPLE (MANIFOLD SKIMMER)

Cuando se aplica aspiración al nivel del derrame, un múltiple deja entrar agua además del contaminante a través de un sistema de cañerías ranuradas. Su eficacia depende de la posición física de las aberturas.

RECOLECTOR MECANICO DE INMERSION (SUBMERSION SKIMMER)

Tipo de recolector mecánico que incorpora una correa móvil inclinada hacia un ángulo de la superficie del agua de manera tal que el petróleo en el curso del artefacto es forzado bajo la superficie y posteriormente emerge (debido a la flotabilidad) y entra en un pozo de recolección.

RECOLECTOR MECANICO DE SUPERFICIE SORBENTE (SORBENT-SURFACE SKIMMER).

Recolector mecánico que incorpora un cilindro, disco, correa o cuerda rotante, de superficie sorbente (oleofílica) a la que se adhiere el petróleo a medida que la superficie se mueve continuamente a través de la película.

RECOLECTOR MECANICO DE VERTIMIENTO (WEIR SKIMMER)

Tipo de recolector mecánico que emplea la fuerza de gravedad para drenar petróleo de la superficie del agua. Los componentes básicos incluyen un vertedero o dique, un estanque de contención y una bomba externa. A medida que el petróleo sobre la superficie del agua cae por el vertedero es forzado por las corrientes dentro del estanque de contención o es eliminado continuamente por la bomba.

RECOLECTOR MECANICO DE VERTIMIENTO INVERTIDO (INVERTED WEIR SKIMMER)

Se usa si un contaminante es flotante. El flujo se desvía hacia abajo de tal manera que el contaminante es conducido hacia arriba hasta la parte posterior del recolector y se elimina mediante equipo de recuperación o aspiración.

RECOLECTOR MECANICO DE VORTICE (VORTEX SKIMMER)

Una técnica que produce un movimiento circular que conduce al contaminante más liviano al centro del vórtice, de cuyo lugar es eliminado mediante aspiración.

RECOLECTOR MECANICO DE TAMBOR O DISCO (DRUM OR DISC SKIMMER)

Un disco rotante recoge el contaminante, el que es sacado del tambor o disco a medida que es transportado a la superficie.

RECUPERACION (RECOVERY)

En limpieza de derrames de petróleo, el proceso completo o cualquier operación que contribuye a la eliminación física del petróleo derramado desde medios terrestres, acuáticos o de orilla de playa. Los métodos generales de la recuperación de petróleo desde el agua son el uso de recuperadores mecánicos, sorbentes y recuperación manual por la fuerza de trabajo de limpieza. El método principal de recuperación de petróleo derramado sobre tierra u orilla de playas es la excavación de materiales contaminados.

RECUPERACION MANUAL (MANUAL RECOVERY)

Método que se usa para describir la recuperación de petróleo desde áreas contaminadas por la fuerza de trabajo de limpieza con el uso de baldes, palas y equipo similar. La recuperación manual es extremadamente intensa en trabajo, pero juega un rol en muchos programas de limpieza de petróleo.

REMANENTES LIVIANOS (LIGHT ENDS)

Término que se usa para describir los hidrocarburos volátiles de peso molecular bajo en el petróleo crudo y productos de petróleo. Los remanentes livianos son los primeros compuestos que se recuperan del petróleo crudo durante el proceso de destilación fraccional y son también las primeras fracciones de petróleo derramado que se pierden por la evaporación.

RESTAURACION (RECLAMATION)

La restauración a utilidad o productividad de materiales encontrados en efluentes o perdidos en derrames de petróleo.

ROTURA DE LA CAPA (SHEET BREAKAWAY)

Un tipo de falla de barrera causado por la corriente, resultante del hecho de que la barrera ubicada en aguas móviles tiende a actuar como un dique. El agua superficial detenida por la barrera es desviada aguas abajo y se acelera en un intento por no quedar atrás del agua que fluye directamente bajo la falta de la barrera y, al hacer esto, simultáneamente arrastra petróleo de la superficie bajo la barrera. Como regla general, la rotura de la capa sucederá cuando la velocidad de la corriente exceda 36 cm/seg, aunque la profundidad de la falda, la viscosidad del petróleo, la gravedad específica, espesor de la película y ángulo o ubicación de la barrera relativo a la dirección de la corriente tienen valor sobre este tipo de falla de la barrera.

SEDIMENTOS (SEDIMENTS)

Término general usado para describir o referirse a: material en suspensión en aire o agua; material total disuelto y suspendido transportado por una corriente o río; depósitos de arena y ripio no consolidados de cuencas de ríos o bordes de playa y; materiales depositados sobre el fondo de lagos y océanos.

SENSIBILIDAD AMBIENTAL (ENVIRONMENTAL SENSITIVITY)

La susceptibilidad de un medio ambiente o área local a cualquier alteración que pueda disminuir su estabilidad o dar por resultado impactos desfavorables de corta o larga duración. La sensibilidad ambiental generalmente incluye parámetros físicos, biológicos y socioeconómicos.

SENSIBILIDAD DE LA ZONA COSTERA (ORILLAS) (SHORELINE SENSITIVITY)

La susceptibilidad de un medio ambiente costero a cualquier alteración que pueda disminuir su estabilidad o de por resultado impactos desfavorables de corta o larga duración. Las orillas de playas que son más susceptibles al daño del petróleo varado son por lo general igualmente sensibles a las actividades de limpieza, lo que puede alterar el habitat físico o la flora y fauna asociada. Los ambientes de orillas de playas más sensibles son los pantanos y lagunas, mientras que la orilla de playa expuesta, sujeta a la acción de las olas fuertes, generalmente es menos afectada por las actividades de petróleo y/o limpieza.

SENSOR REMOTO (REMOTE SENSING)

Mecanismo para la percepción aérea del petróleo sobre la superficie del agua. Las aplicaciones primarias del sensor remoto son la ubicación de un derrame de petróleo previo a su detección por cualquier otro medio y la inspección del movimiento de una película de petróleo bajo condiciones climáticas desfavorables o durante la noche.

SEPARACION (SEPARATION)

Proceso para dividir o clasificar materiales en grupos o clases de materiales similares, los que se pueden separar manualmente o por el uso de equipo especializado.

SEPARADOR LINEAL (LINEAR SEPARATOR)

Paso desviado para el fluido con diferentes compuestos impulsados por diferentes canales al variar las fuerzas gravitacionales.

SEPARADOR MAGNETICO (MAGNETIC SEPARATOR)

Artefacto y sistema magnético electromecánico usado para clasificar material de hierro de materiales de desecho. Algunos separadores magnéticos se usan en la separación de petróleos desde efluentes usando fluidos ferromagnéticos solubles en petróleo.

SEPARADOR DE VORTICE (VORTEX SEPARATOR)

Similar en principio al centrífugo, el vórtice mueve todo el fluido en un movimiento rotacional o de remolino.

SISTEMA DE VIGILANCIA (MONITORING SYSTEM)

Sistemas automáticos ubicados en un cuerpo de agua para medir y registrar las cantidades de contaminantes.

SITIO DE RELLENO SANITARIO (SANITARY LANDFILL SITE)

Area de eliminación aprobada donde los materiales, incluyendo desperdicios, desechos contaminados con petróleo y petróleo altamente expuesto al tiempo, se esparcen en capas y se cubren con tierra hasta una profundidad que impida alteraciones o lixiviación de los contaminantes hacia la superficie. Los sitios de relleno sanitario se deben ubicar siempre en áreas donde no haya potencial de contaminación de recursos de agua subterránea. Este método de eliminación se vale de la habilidad de algunas bacterias y otros microorganismos para biodegradar los desperdicios y desechos resultantes de las operaciones de limpieza de derrames.

SOLIDOS TOTALES (TOTAL SOLIDS)

La cantidad total de sólidos disueltos y suspendidos en un agua de desecho.

SOLUBILIDAD (SOLUBILITY)

La cantidad de substancia (soluto) que se disolverá en una cantidad dada de otra substancia (solvente). La solubilidad del petróleo en el agua es extremadamente baja. (Véase también: Disolución).

SORBENTE (SORBENT)

Una sustancia que adsorbe o absorbe otra sustancia. Específicamente, un material orgánico natural basado en mineral o sintético usado para recuperar pequeñas cantidades de petróleo que se ha derramado sobre su superficies terrestres o acuáticos o se ha varado en bordes costeros.

SORBENTE DE BASE MINERAL (MINERAL-BASED SORBENT)

Cualquiera de una serie de sustancias inorgánicas de base mineral que se usan para recuperar petróleo debido a sus capacidades de adsorción o absorción. Los sorbentes de base mineral incluyen materiales tales como vermiculita, perlita o ceniza volcánica y recuperan entre 4 y 8 veces su peso en petróleo. (Véase también: Sorbente natural; Sorbente orgánico sintético).

SORBENTE ORGANICO NATURAL (NATURAL ORGANIC SORBENT)

Materiales naturales tales como musgo de pantano, paja y aserrín que se pueden usar para recuperar petróleo derramado. Los sorbentes naturales generalmente absorben entre 3 y 6 veces su peso en petróleo en virtud del ordenamiento enmarañado de las fibras dentro del material. Sin embargo, todos los sorbentes naturales absorberán agua además de petróleo y virtualmente todos se hundirán al ser saturados de agua. El uso indiscriminado de los sorbentes naturales se puede agregar a los problemas de limpieza de derrames de petróleo y, los sorbentes sintéticos generalmente están favorecidos debido a su mayor capacidad para petróleo y facilidad relativa de recuperación. (Véase también: Sorbentes basados en mineral; Sorbentes orgánicos sintéticos).

SORBENTE ORGANICO SINTETICO (SYNTHETIC ORGANIC SORBENT)

Uno de varios polímeros orgánicos, generalmente en la forma de espumas plásticas o fibras plásticas, usados para recuperar petróleo derramado. Los sorbentes orgánicos sintéticos tienen capacidades de recuperación más altas que los sorbentes orgánicos naturales (por ejemplo, musgo de pantano) o los sorbentes basados en minerales (por ejemplo, vermiculita), muchos de estos materiales se pueden volver a usar después que se haya escurrido todo el petróleo. Ejemplos de sorbentes sintéticos comunes incluyen espuma de poliuretano, polietileno y polipropileno. (Véase también: Sorbente basado en mineral; Sorbente orgánico natural).

TENSION SUPERFICIAL (SURFACE TENSION)

La fuerza de atracción entre las moléculas de superficie de los líquidos. La tensión superficial afecta la velocidad a la que se esparcirá el petróleo derramado sobre una superficie terrestre o acuática o en el suelo. Los petróleos con gravedades específicas bajas a menudo se caracterizan por tensiones de superficie bajas y, por lo tanto, velocidades de esparcimiento más rápidas. (Véase también: Gravedad específica).

TIPO DE COSTA (ORILLA) (SHORELINE TYPE)

El declive o pendiente promedio y composición del substrato predominante de la zona de entre marea de un área de orilla de playa. En cualquier región dada, el tipo de orilla de playa se puede usar para evaluar el tipo y abundancia de flora y fauna de entre marea, las prioridades de protección y las estrategias de limpieza de derrames de petróleo más adecuadas.

TONELAJE DE REGISTRO GRUESO (GROSS TONNAGE)

Una medida de espacio permanentemente encerrado sin ninguna referencial al peso. Así, 100 pies cúbicos es igual a una tonelada de registro grueso. Generalmente, este es el tonelaje registrado, aunque varía algo según la autoridad o nacionalidad clasificadora.

TONELAJE DE DESPLAZAMIENTO (DISPLACEMENT TONNAGE)

El peso real en toneladas que varía dependiendo de si un buque está en condición en lastre o cargado.

TONELADA METRICA (METRIC TONNE)

Una unidad de masa y peso equivalente a 1.000 kilogramos o 2.205 libras en el sistema de pesas de Gran Bretaña y Estados Unidos. En Canadá, la tonelada métrica es la medida de cantidad de petróleo por peso más ampliamente usada. Hay aproximadamente 7 a 9 barriles (245 a 315 Galones Imperiales) de petróleo por tonelada métrica dependiendo de la gravedad específica del petróleo crudo o producto de petróleo.

TONELAJE NETO (NET TONNAGE)

La capacidad neta del buque, que se calcula deduciendo del tonelaje de registro grueso ciertos espacios tales como los cuartos de máquinas, y caldera, camarotes de la tripulación, bodegas, equipo, etc.

TONELAJE DE PESO MUERTO (DEADWEIGHT TONNAGE)

El peso real en toneladas de carga, bodegas, etc., para bajar el buque a su línea de carga desde su condición en lastre. El peso muerto de la carga incluye el peso en toneladas de la carga, combustible, agua y pertrechos.

TOXICIDAD (TOXICITY)

La capacidad de un compuesto venenoso (toxina) para producir efectos deletéreos en los organismos, tales como alteración de patrones de comportamiento o productividad biológica (toxicidad subletal) o, en algunos casos, muerte (toxicidad letal o aguda). La capacidad tóxica de un compuesto se mide frecuentemente por su "LC₅₀ agudo" con un organismo de prueba patrón como la trucha arcoiris. El LC₅₀ agudo de un producto químico tóxico es la concentración que dará por resultado muerte en 50% los organismos de prueba durante un período dado de tiempo, generalmente 96 horas. Los compuestos más inmediatamente tóxicos en los petróleos crudos o

productos de petróleo refinado son los aromáticos tales como el benceno. (Véase también: Aromáticos).

TRANSPORTADOR DE GRANELES (BULK CARRIER)

Una nave transatlántica específicamente diseñada para transportar grandes cantidades de un solo producto como granos o carbón.

VELOCIDAD CRITICA (CRITICAL VELOCITY)

La velocidad de la corriente de agua más baja que causará pérdida de petróleo bajo la falda de una barrera de contención. La velocidad crítica varía con la gravedad específica, viscosidad y grosor de la película de petróleo contenida por la barrera, así como con la profundidad de la falda y la posición de la barrera flotante con respecto a la dirección de la corriente. La velocidad crítica de la mayoría de los petróleos en situaciones en que la barrera está a ángulos correctos de la corriente es de aproximadamente 0,5 m/seg (1 nudo). (Véase también: Falla de la barrera).

VELOCIDAD DE DECANTACION (SETTLING VELOCITY)

La velocidad terminal de una partícula que cae a través de un fluido según lo ocasionado por la gravedad u otra fuerza externa.

VELOCIDAD DE FLUJO (FLOW RATE)

Volumen de fluido por unidad de tiempo.

VIGILANCIA (MONITOREO) (MONITORING)

Instrumentación y procedimientos para la medición continua de los contaminantes del agua y la aplicación de medidas reglamentarias o de control cuando se ha excedido una norma establecida.

VISCOSIDAD (VISCOSITY)

La propiedad de un fluido (gas o líquido) por la que resiste un cambio de forma o movimiento. La viscosidad denota oposición a fluir y puede considerarse como fricción interna entre las moléculas de un fluido. El alquitrán, por ejemplo, es muy viscoso en comparación con la gasolina. La viscosidad de los líquidos disminuye rápidamente con un aumento de la temperatura. En limpieza de derrames de petróleo, la viscosidad de un petróleo es importante en términos de su habilidad para penetrar substratos de orillas de playas, así como también su habilidad para ser manejado por la mayoría de las bombas convencionales. La viscosidad aumenta a medida que el petróleo es expuesto al tiempo ya que a peso molecular bajo, las fracciones volátiles (remanentes livianos) se pierden más rápidamente. (Véase también: Remanentes livianos; Volatilidad).

VOLATIL (VOLATILE)

Que se evapora rápidamente.

VOLATILIDAD (VOLATILITY)

La tendencia de una sustancia sólida o líquida a pasar al estado gaseoso. Muchos hidrocarburos con bajo número de carbono son extremadamente volátiles y pasan fácilmente al estado gaseoso al ser derramadas. Por ejemplo, las gasolinas contienen una alta proporción de constituyentes, y al ser derramados presentan riesgos de incendio o explosión considerables a corto plazo. Por otra parte, los combustibles bunker contienen pocos hidrocarburos volátiles ya que éstos han sido eliminados durante el proceso de refinamiento por destilación fraccional.

41425	

41425

CONVERSION DE UNIDADES

Longitud y velocidad

1 pulgada (inch)	= 2.54 cm
1 pie (feets)	= 0.3048 m
1 milla (mile)	= 1.609 Km = 0.868 millas marinas
1 milla marina (nautical mile)	= 1.853 Km = 1.152 millas
1 kilómetro (Km)	= 0.6214 millas = 0.54 millas marinas
1 nudo (Knot)	= 1 milla marina/hr = 1.853 Km/hr = 1.152 millas/hr.
1 Km/hr	= 0.54 nudos = 0.278 m/seg.

Superficie

1 acre	= 4 047 m ²
1 Km ²	= 0.386 millas ² = 247.1 acres
1 milla ²	= 2.59 Km ² = 640 acres

Capacidad y volumen

1 barril (petróleo) (bbl)	= 42 gal (USA) = 158.97 litros
1 galón (USA)	= 3.785 litros
1 m ³	= 264.2 gal (USA) = 6.29 bbl
1 litro (lts.)	= 0.264 gal (USA)
1 tambor (típico)	= 55 gal (USA) = 208 lts.

Peso

1 libra (pound) (lb)	= 0.454 Kg.
1 ton. métrica	= 1 000 Kg = 2 205 lbs

Otras

temperatura °F	= 1.8 (temp. °C + 17.78)
temperatura °C	= 0.556 (temp. °F - 32)
1 HP (Horsepower)	= 0.746 KW (kilowatts)
g (aceleración de gravedad)	= 9.806 m/seg ² = 32.2 ft/seg ²
°API (Peso específico Petróleo)	= $\frac{141.5}{\rho_{15.6^{\circ}\text{C}}} - 131.5$

($\rho_{15.6^{\circ}\text{C}}$ = peso específico del petróleo a 15.6°C)

