

*SERIE  
INFORMES  
DE IPIECA*

*VOLUMEN DOCE*

# **GUÍAS PARA LA MINIMIZACIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS PROVENIENTES DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS**



International Petroleum Industry Environmental Conservation Association



Centre of Documentation, Research and Experimentation  
on Accidental Water Pollution



Producido en asociación con ARPEL



*SERIE  
INFORMES  
DE IPIECA*

*VOLUMEN DOCE*

# **GUÍAS PARA LA MINIMIZACIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS PROVENIENTES DE DERRAMES DE HIDROCARBUROS**



International Petroleum Industry Environmental Conservation Association

5th Floor, 209–215 Blackfriars Road, London SE1 8NL, Reino Unido

Teléfono: +44 (0)20 7633 2388 Fax: +44 (0)20 7633 2389

E-mail: [info@ipieca.org](mailto:info@ipieca.org) Internet: [www.ipieca.org](http://www.ipieca.org)

Encargados de la revisión de la traducción al español: Darío Miranda (ECOPETROL),

Ana María Betancur (ECOPETROL) y Miguel Moyano (ARPEL)

©IPIECA/Energy Institute/Cedre 2004. Quedan reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse, almacenarse en un sistema recuperable o transmitirse de cualquier forma o mediante cualquier medio electrónico, mecánico, fotocopiado, grabación o de cualquier otra forma, sin el consentimiento previo de los dueños del copyright.

*Esta publicación se imprime en papel fabricado a partir de fibras obtenidas de bosques de coníferas cultivados de manera sostenible y blanqueadas sin dañar al medio ambiente.*

# CONTENIDO

## 2 PREFACIO

## 3 INTRODUCCIÓN

## 4 CONSIDERACIONES SOBRE EL MANEJO DE RESIDUOS

La jerarquía de los residuos  
Segregación  
Minimización  
Contaminación secundaria  
Salud y seguridad

## 6 RESIDUOS GENERADOS POR DIFERENTES MÉTODOS DE RECUPERACIÓN DE HIDROCARBUROS

## 8 ALMACENAMIENTO TEMPORAL IN SITU/CERCA DEL EVENTO

## 9 ALMACENAMIENTO Y TRASLADO INTERMEDIO/A LARGO PLAZO

Traslado de los residuos  
Almacenamiento intermedio y a largo plazo

## 14 TRATAMIENTO, RECICLAJE Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS IMPREGNADOS DE HIDROCARBUROS

## 17 CONCLUSIÓN

## 18 AGRADECIMIENTOS Y LECTURAS ADICIONALES

# PREFACIO

Este informe es uno de una serie encargada por International Petroleum Industry Environmental Conservation Association (IPIECA). La serie completa de informes representará la contribución colectiva de los miembros de IPIECA al debate global sobre preparación y respuesta a los derrames de hidrocarburos.

Al preparar estos informes, que representan el consenso de las opiniones de los miembros, IPIECA se ha guiado por un conjunto de principios que toda organización asociada al transporte de productos petrolíferos por mar debe considerar cuando gestiona operaciones relacionadas con el transporte, la manipulación y el almacenamiento de petróleo y productos del petróleo.

- es de la máxima importancia concentrarse en la prevención de los derrames;
- la seguridad de la vida es la máxima prioridad en cualquier incidente;
- a pesar de los enormes esfuerzos de las organizaciones individuales, los derrames seguirán ocurriendo y afectarán al medio ambiente local;
- la respuesta a los derrames debe buscar minimizar la gravedad de los daños ambientales y acelerar la recuperación de cualquier ecosistema dañado;
- la respuesta debe buscar siempre complementar y hacer uso de las fuerzas naturales en la máxima medida posible.

En el período subsiguiente a un derrame, decidir como tratar el hidrocarburo residual y el material contaminado es un proceso complejo y crítico. En la etapa más temprana, debe desarrollarse e implantarse un plan de manejo de residuos para minimizar las consecuencias económicas graves y el daño ambiental en el área afectada. Esto es difícil de lograr con éxito en la atmósfera muy cargada de un centro de control de derrames. Para vencer este problema, debe elaborarse un plan de manejo de residuos durante la etapa de planificación de contingencias cuando hay tiempo para considerar todas las opciones. Debe llevarse a cabo una investigación a escala local y regional que establezca las mejores soluciones para los desafíos potenciales y que incluya: determinación de los métodos definitivos de tratamiento /disposición; localización de sitios de almacenamiento apropiados a largo plazo; e identificación de compañías de transporte y almacenamiento calificadas. Entonces, se podrá tomar la acción más apropiada de manera instantánea durante una crisis.

# INTRODUCCIÓN

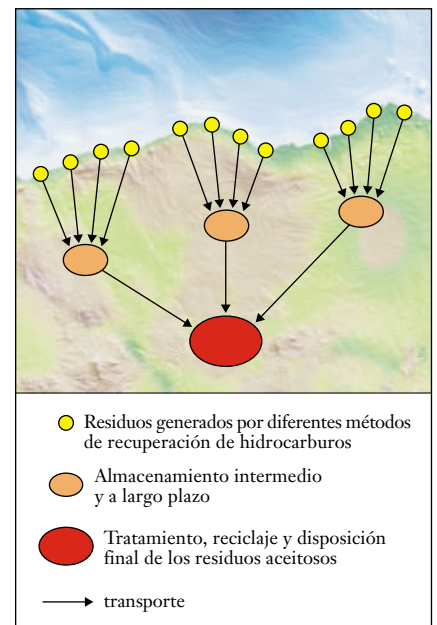
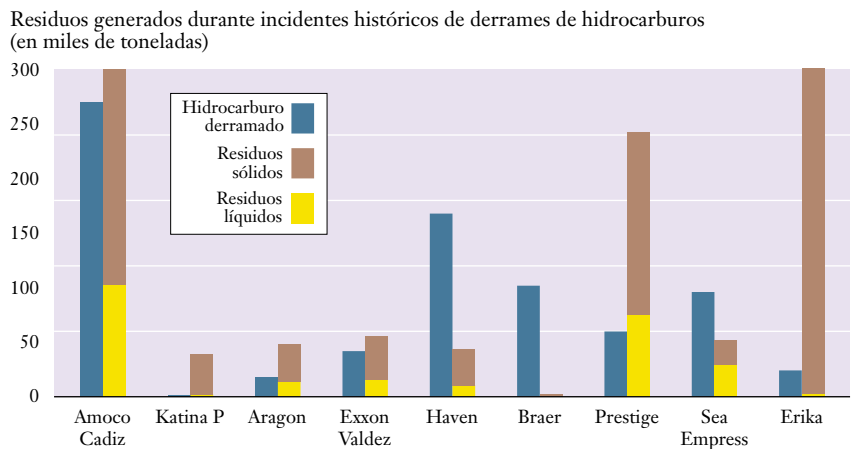
El transporte global de hidrocarburos desde los centros de producción hacia el mercado mundial se ha desarrollado por carretera, ferrocarril, ductos e infraestructuras marítimas. Como consecuencia de ello, existe un riesgo constante de derrames en casi cualquier entorno en el ámbito mundial.

La mayor parte del petróleo mundial se transporta, en alguna etapa, por mar, poniendo en riesgo de este modo el entorno marino. Aunque los derrames se pueden producir en mar abierto, la acción de las corrientes, de los vientos y de las mareas a menudo dará lugar a que el hidrocarburo derramado impacte las costas. Esto tiene muchas implicaciones, pero uno de los problemas más difíciles de tratar es la cantidad de residuos generados en un período de tiempo muy corto. Datos históricos muestran que los derrames de hidrocarburos que llegan a las costas pueden, en casos extremos, producir hasta 30 veces más residuos que el volumen del hidrocarburos derramado originalmente (ver Figura 1). Aunque puede haber diferentes razones para explicar la cantidad de residuos generados, también resulta evidente que un número significativo de derrames pequeños ha creado grandes cantidades de residuos. El manejo de todos los residuos de cualquier derrame debe considerarse como de alta prioridad.

Es esencial que los planes de contingencia para derrames de hidrocarburos incluyan la provisión adecuada para el manejo de los residuos producidos. Es un requisito fundamental que, tan pronto como se produzca un incidente, se tomen las decisiones correctas y se pongan en marcha los planes de contingencia. Esto garantizará una operación de manejo de los residuos y una limpieza satisfactorios y minimizará los costos.

El propósito de este documento es resaltar los aspectos sobre el manejo de residuos relacionados con la limpieza de los derrames de hidrocarburos. Esboza las fuentes de residuos, cómo deben recogerse los residuos, las consideraciones sobre almacenamiento y las opciones de disposición disponibles. Se utilizan estudios de casos para demostrar la importancia de aprender de incidentes pasados. Este documento sigue el progreso de los residuos a través de cada etapa según se muestra en el modelo de manejo de residuos (Figura 2).

*Figura 1*  
Los derrames de hidrocarburos pueden producir volúmenes de residuos mayores que el hidrocarburo derramado originalmente.



*Figura 2.* El modelo de gestión de residuos: un diagrama de flujo que muestra las etapas desde la generación de residuos hasta su disposición final, según lo tratado en este documento

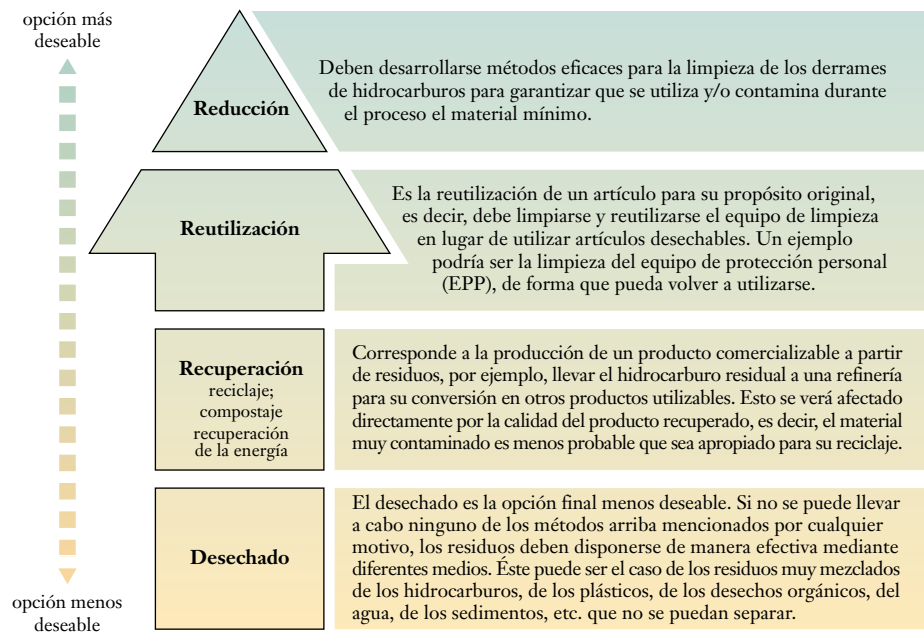
## CONSIDERACIONES SOBRE EL MANEJO DE RESIDUOS

Antes de implementar cualquier plan de manejo de residuos, deben tomarse en consideración las opciones disponibles.

### La jerarquía de los residuos

Un modelo útil a la hora de tratar la corriente de residuos que se origina a partir de cualquier fuente es la ‘jerarquía de los residuos’ (Figura 3). Este concepto utiliza principios de reducción de residuos, de reutilización y de reciclado para minimizar la cantidad de residuos producidos, reduciendo de este modo los costos económicos y ambientales y garantizando el cumplimiento de los requisitos legales. Proporciona una herramienta para estructurar una estrategia de manejo de los residuos y se puede utilizar como modelo para todas las operaciones.

*Figura 3*  
El modelo de ‘jerarquía de los residuos’ proporciona una herramienta para estructurar una estrategia eficaz de manejo de los residuos.  
(Modificado de Williams 2000)



### Segregación

En el caso de un derrame y de la subsiguiente operación de limpieza, el hidrocarburo y los desechos de hidrocarburos recogidos se convierten en residuos que deben segregarse, almacenarse, tratarse, reciclarse o disponerse. Suponiendo que haya disponibles alternativas de disposición segregada de los residuos, un proceso importante en las primeras etapas de la respuesta a un derrame es clasificar y segregar las corrientes de residuos directamente en la fuente. Los residuos deben distribuirse hacia un almacenamiento separado dependiendo del tipo de residuo, tomando en consideración el esquema de contención más apropiado para cada material.

## Minimización

La minimización es un método de reducción de la cantidad de residuos que se introduce en la corriente de residuos. Esta actividad es esencial para reducir la cantidad de residuos que finalmente se dispondrán, limitando de este modo los impactos económicos y ambientales. Hay una serie de métodos para lograr este objetivo (ver ejemplos a continuación).

### Consejos prácticos de minimización

- Deben identificarse los potenciales sitios de impacto antes de que el hidrocarburo llegue a la costa. Estos sitios deben limpiarse de desechos y basura para reducir la cantidad final de residuos a tratar.
- Segregación en la fuente de los diferentes tipos de residuos contaminados (líquidos, sólidos, desechos, equipo de protección personal (EPP), etc.).
- En lo posible los sitios de contención deben tener una cubierta a prueba de agua para evitar la infiltración excesiva de agua de lluvia, que podría ocasionar el desbordamiento del contenedor de residuos y también dar lugar a agua contaminada adicional.
- El equipo de recolección debe limpiarse y reutilizarse en lugar de desecharse.
- La manipulación in situ de los residuos reduce la cantidad que requiere transporte y tratamiento posteriores. Los métodos incluyen lavado con el oleaje, quema controlada (si está permitido), tamizado de la arena y biorremediación.
- Debe utilizarse equipo de protección personal (EPP) reutilizable donde sea apropiado, por ejemplo, productos como botas de goma que pueden limpiarse y volverse a utilizar.
- Los productos absorbentes deben utilizarse con eficacia y moderación.

## Contaminación secundaria

La contaminación secundaria es la propagación del hidrocarburo a través de la gente, el transporte y el equipo a áreas no contaminadas. Esto debe evitarse para controlar el impacto global del derrame, y puede lograrse de varias maneras. Por ejemplo:

- la designación de zonas 'limpias' y 'sucias' en el lugar de trabajo;
- la comprobación con regularidad de todas las bombas y conexiones en busca de fugas;
- garantizar que todo el almacenamiento sea a prueba de agua y de hidrocarburos para evitar fugas;
- descontaminar al personal y los equipos antes de dejar la zona de trabajo;
- cubrir y descontaminar todos los vehículos dedicados al transporte de residuos antes de dejar el sitio de trabajo;
- establecer un esquema de circulación de vehículos.



*Un ejemplo de contaminación secundaria de vehículos y del área circundante*





## Salud y seguridad

Todos los hidrocarburos representan potencialmente algún grado de riesgo para la salud y, por consiguiente, es esencial que se elabore un plan de salud y seguridad antes de que comience cualquier actividad. No deben pasarse por alto los riesgos debidos a peligros físicos, como pueden ser, por ejemplo, los pozos de almacenamiento. Debe evaluarse cada etapa del proceso de manejo para establecer cualquier riesgo potencial hacia la salud y hacia la seguridad junto con métodos apropiados para mitigarlos. Se puede encontrar información adicional en el Volumen 11 de esta serie de informes, titulado '*Guía para la seguridad en la respuesta ante derrames de hidrocarburos*'.

## RESIDUOS GENERADOS POR DIFERENTES MÉTODOS DE RECUPERACIÓN DE HIDROCARBUROS

Tabla 1  
Estrategias de respuesta y sus efectos sobre la generación de residuos

La corriente de residuos comienza en el punto de generación, es decir, en el lugar del derrame. Los diferentes ambientes y las diferentes técnicas de limpieza generan diferentes tipos de residuos. La Tabla 1 representa posibles estrategias de respuesta y los tipos de residuos que ellas pueden generar.

Técnica de limpieza		Efecto sobre la corriente de residuos	Tipo de residuos generados
<p>Aplicación de dispersantes</p> 	<p>Se utilizan productos químicos dispersantes para romper la capa de hidrocarburos en pequeñas gotitas de forma que el efecto diluyente del océano pueda reducir mejor las concentraciones de hidrocarburos. Esta estrategia no funciona con todos los hidrocarburos y no es apropiada para su uso en determinados ambientes.</p>	<p>Las concentraciones de residuos son mínimas, ya que el hidrocarburo queda suspendido en la columna de agua y puede biodegradarse de manera natural.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● No se genera ningún residuo de hidrocarburos.</li> <li>● EPP (equipo de protección personal)</li> <li>● Considerar tambores vacíos de dispersantes</li> </ul>
<p>Operaciones de respuesta en el mar</p> 	<p>Se despliegan equipos de recolección, por ejemplo, barreras y desnatadores, desde barcos o desde pequeñas embarcaciones para recuperar el hidrocarburos de la superficie del mar. Se pueden necesitar sistemas de almacenamiento de tamaño apropiado que, en el caso de hidrocarburos muy viscosos o con alto contenido de parafina, requerirán elementos de calentamiento. También se necesitarán sistemas de trasiego e instalaciones de recepción para sustentar las operaciones a largo plazo.</p>	<p>Las operaciones de recolección potencialmente darán origen a una gran cantidad de residuos de hidrocarburos y de agua para tratamiento. El volumen de los sistemas de almacenamiento disponibles debe estar acorde con la capacidad de recuperación de los desnatadores. El tipo de hidrocarburo derramado tendrá un efecto sobre los residuos resultantes; los petróleos viscosos y con alto contenido de parafina en particular atraparán desechos y pueden generar grandes volúmenes de residuos. También pueden presentar serias dificultades de manipulación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Equipo/embarcaciones impregnados</li> <li>● Personal y equipo de protección personal (EPP) impregnados</li> <li>● Hidrocarburo recuperado</li> <li>● Agua contaminada</li> <li>● Vegetación impregnada</li> <li>● Materiales absorbentes impregnados</li> <li>● Restos flotantes impregnados</li> <li>● Cuerpos de animales muertos</li> </ul>
<p>Limpieza de las costas</p> 	<p>Los hidrocarburos se recuperan de las costas utilizando medios mecánicos o manuales. La recuperación manual es el método preferido porque tiene como efecto minimizar la cantidad de residuos generados. Se pueden utilizar máquinas para transportar los residuos desde las costas al sitio de almacenamiento temporal. Se pueden utilizar tanques portátiles o piscinas impermeabilizadas para consolidar el hidrocarburo recuperado en el lugar de las operaciones. El tipo de costa y el grado de acceso a la misma, dictarán los tipos de estrategias utilizados que, a su vez, determinarán la cantidad recuperada de residuos.</p>	<p>El tipo de hidrocarburo derramado a menudo tendrá un efecto profundo sobre la cantidad de residuos de hidrocarburos generada. La segregación de residuos y las técnicas de minimización son críticas para garantizar una operación eficiente. Éstas deben establecerse en el sitio de recuperación inicial y mantenerse hasta el lugar de disposición final, o de lo contrario los volúmenes de residuos crecerán en espiral fuera de control. Los sitios para el manejo de residuos deben trabajarse de forma tal que se evite la contaminación secundaria.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Equipo/barcos impregnados</li> <li>● Personal y equipo de protección personal (EPP) impregnados</li> <li>● Hidrocarburos recuperado</li> <li>● Vegetación impregnada</li> <li>● Agua contaminada</li> <li>● Materiales absorbentes impregnados</li> <li>● Material de playa impregnado:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• arena</li> <li>• guijarros</li> <li>• piedras</li> </ul> </li> <li>● Restos flotantes impregnados</li> <li>● Cuerpos de animales muertos</li> <li>● Equipos de transporte impregnados</li> </ul>
<p>Quema <i>in situ</i></p> 	<p>Esto implica una estrategia de quema del hidrocarburo derramado utilizando barreras flotantes a prueba de fuego para espesar la capa de hidrocarburos y mantener la combustión. La meteorización y la emulsificación del hidrocarburo inhibirán el proceso. No se puede utilizar esta técnica con todos los tipos de hidrocarburos y en todos los ambientes. La contaminación resultante del aire y la producción de residuos viscosos pueden limitar la aplicación de esta estrategia.</p>	<p>La quema <i>in situ</i> puede reducir la cantidad de hidrocarburo en el ambiente. Sin embargo, el material que queda puede ser más persistente.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Residuos del hidrocarburo quemado</li> <li>● Barreras de fuego dañadas/impregnadas</li> <li>● Embarcaciones impregnadas</li> <li>● Equipo de protección personal (EPP) impregnado</li> </ul>



**Resumen**

La naturaleza de los ambientes en los que se producen los derrames y las técnicas de limpieza utilizadas determinan el tipo de residuos y la cantidad generada. La clave es garantizar que cada tipo de residuo se segregue en la fuente y que se mantenga la cantidad de residuos al mínimo. Esto facilitará el reciclaje, así como la eficacia económica y ambiental de su disposición.

Los residuos deben almacenarse siempre en el sitio de operaciones utilizando un esquema de contención apropiado teniendo en cuenta el ambiente local. Es una buena práctica, y a menudo obligatoria por ley, que se tome nota de las cantidades y que se etiquete cada tipo de residuo. También será necesario el monitoreo de los residuos para respaldar posibles reclamaciones.

Es importante establecer en una etapa temprana los preparativos para el almacenamiento intermedio, el traslado y la disposición final de los residuos. Sin esto, los residuos permanecerán en el sitio impidiendo las operaciones adicionales de limpieza. Estos preparativos deben plantearse en la etapa de la planificación de contingencias para evitar tomar decisiones apresuradas y desinformadas.

**ESTUDIO DE CASO: *Prestige*, España 2002**

El buque petrolero *Prestige* encalló en las costas del noroeste español en noviembre de 2002 derramando aproximadamente 63.000 toneladas de combustóleo. Se montó una operación de limpieza masiva con gran número de militares, voluntarios y contratistas especializados en cada uno de los sitios afectados. Se establecieron sistemas y se instruyó de manera preliminar a los trabajadores para que segregasen los residuos recogidos. Se proporcionó contención a prueba de hidrocarburos para cada uno de estos tipos de residuos pero, en última instancia, debido a las prisas y a las presiones operativas, los trabajadores mezclaron los residuos. El fracaso a la hora de implementar de manera rigurosa un plan exhaustivo de manejo de residuos significó que los residuos recogidos se depositaron conjuntamente en pozos impermeabilizados sin ninguna segregación para facilitar el reciclaje o la disposición final; el proceso de disposición final de estos residuos mezclados aún está en proceso, será costoso y exigirá mucho tiempo.

## ALMACENAMIENTO TEMPORAL IN SITU/ CERCA DEL SITIO DE OPERACIONES

La localización del sitio de almacenamiento debe planearse cuidadosamente y debe estar, de manera ideal, por encima de la marea alta, de la marea viva y de los límites de las olas en caso de tormenta para evitar ser arrastrado por la corriente. En las regiones sujetas a calor extremo, determinados contenedores de almacenamiento, especialmente, las bolsas de plástico, deben protegerse de la exposición prolongada a la luz solar directa, ya que esto puede ocasionar la descomposición de dicho material. Los contenedores de almacenamiento deben estar etiquetados con el contenido, las cantidades y las etiquetas de peligro pertinentes antes del transporte, y debe entregarse al conductor o al gestor de residuos la documentación pertinente. En algunos países, la legislación obliga a cumplir estos procedimientos.

*Tabla 2  
Ejemplos de almacenamiento  
temporal in situ y consideraciones  
relevantes*

Tipo de almacenaje		Consideraciones
<b>En el mar</b> 		<ul style="list-style-type: none"> <li>● Hay que cumplir con las reglamentaciones legales locales.</li> <li>● Deben segregarse los residuos.</li> <li>● El uso de tanques de buques puede ocasionar costos elevados y ser difíciles de vaciar y limpiar después de la operación.</li> <li>● El almacenamiento en cubierta debe anclarse y asegurarse bien.</li> <li>● Se requieren tapas para evitar vertimientos con el movimiento del buque.</li> <li>● Se recomiendan ampliamente los tanques con dispositivos de calentamiento.</li> </ul>
 <p>En tanques incorporados en buques</p>	<p>Barcazas/cámaras de aire inflables</p>	
 <p>Tanques con dispositivos de calentamiento</p>		
<b>Ribera</b> 		<ul style="list-style-type: none"> <li>● Hay que cumplir con las reglamentaciones legales locales.</li> <li>● Deben segregarse los residuos.</li> <li>● Los tanques de almacenamiento deben situarse sobre terreno firme y nivelado.</li> <li>● Las instalaciones de almacenamiento deben estar cercanas al equipo de recuperación para limitar la contaminación secundaria.</li> <li>● Se requiere un acceso adecuado para vehículos pesados para retirar los residuos del sitio de operaciones.</li> <li>● Las instalaciones de almacenamiento deben estar por encima del límite promedio de marea viva y marea alta.</li> <li>● Se requiere instalar una cubierta a prueba de agua para evitar la infiltración de agua lluvia.</li> <li>● Deben impermeabilizarse las piscinas de almacenamiento para evitar la contaminación del suelo.</li> <li>● Las áreas de almacenamiento deben marcarse con claridad y acordonarse.</li> <li>● Puede ser necesario implementar servicios de seguridad para evitar sabotajes y vertimientos no autorizados.</li> </ul>
 <p>Contenedores para basura</p>	<p>Tanques portátiles</p>	
 <p>Sacos</p>	<p>Canecas</p>	
 <p>Piscinas impermeabilizadas</p>		

## ALMACENAMIENTO Y TRASLADO INTERMEDIO/A LARGO PLAZO

### Traslado de los residuos

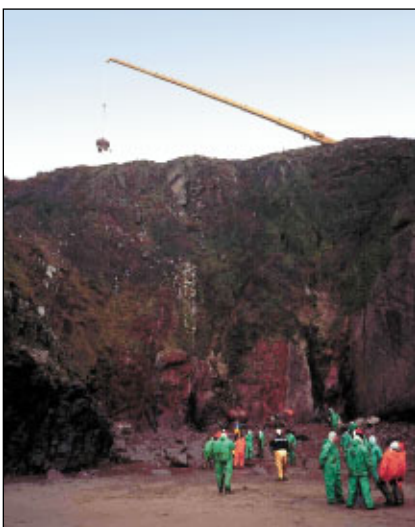
Durante las operaciones de limpieza tanto en la playa como en el mar, los residuos tendrán que ser transportados. El transporte de los residuos dentro de cualquier área operativa requerirá el uso de vehículos pequeños como camiones volquetes, cargadores frontales y vehículos todo terreno; en áreas inaccesibles, puede ser necesario que aterricen aviones, o en casos extremos, helicópteros.

El traslado de los residuos desde los sitios de recolección a los lugares de almacenamiento también se lleva a cabo mediante vehículos apropiados, como por ejemplo, carro tanques para residuos líquidos y camiones sellados para residuos sólidos. En caso de emergencia, puede utilizarse una variedad de vehículos que no se utilizan normalmente para el transporte de hidrocarburos. Esto puede incluir camiones de vacío, volquetes, contenedores o camiones de basura. Idealmente deben identificarse las fuentes de transporte en el plan de contingencia y establecerse acuerdos con antelación.

Es aconsejable que estos vehículos no tengan fugas y que se descontaminen cuidadosamente antes de dejar el sitio de operaciones, con el fin de reducir la contaminación secundaria de carreteras y rutas de acceso. Hay que tener debidamente en cuenta los requisitos de la legislación local, y debe tomarse nota de que seguramente serán necesarias licencias de transporte para el movimiento de residuos peligrosos.

### Almacenamiento intermedio y a largo plazo

Después de haber segregado y almacenado los residuos en contenedores apropiados en el sitio de operaciones, lo usual es que se transporten a sitios de almacenamiento



*Izquierda: grúa retirando residuos de un sitio de operaciones con acceso limitado para vehículos*

*Derecha: camiones con residuos del derrame del Erika*

en donde permanecerán pendientes de su disposición final. La figura 1 muestra la estructura geográfica de los niveles de almacenamiento de residuos. El traslado y almacenamiento eficientes de los residuos recuperados es una parte esencial del manejo de residuos. Si los residuos no se retiran del sitio de recolección, se pueden entorpecer las operaciones posteriores, tanto aguas arriba como aguas abajo. Este aspecto resultó de especial relevancia durante el derrame del *Erika* en 1999.

La Tabla 3 explica los criterios asociados al almacenamiento intermedio y a largo plazo si no están disponibles las opciones para una disposición inmediata de residuos.

*Tabla 3*  
*La necesidad de almacenamiento intermedio y las consideraciones asociadas*

Criterios	Almacenamiento intermedio	Almacenamiento a largo plazo
Propósito	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Permite la recuperación eficiente de hidrocarburos, es decir, si el hidrocarburo no se retira del sitio de operaciones, esto puede entorpecer la continuidad de la recuperación.</li> <li>● Evita los cuellos de botella, es decir, muchos vehículos provenientes de un área grande intentando acceder a un sitio de operaciones.</li> <li>● Ofrece a los responsables de la operación de respuesta tiempo suficiente para organizar el almacenamiento definitivo mientras continúan las labores de recuperación de hidrocarburos.</li> <li>● Permite el traslado eficiente de residuos, combinando pequeñas cargas, de forma tal que se realicen menos viajes al destino final, reduciendo de este modo el consumo de combustible, los costos económicos y el número de vehículos contaminados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Deja tiempo para identificar opciones de disposición final de los residuos.</li> <li>● Permite llevar a cabo la segregación de residuos mezclados.</li> <li>● Permite prepararse para la disposición final de los residuos, la negociación de contratos y plazos, etc.</li> </ul>
Aspectos de manejo	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Todos los manipuladores de residuos deben tener pruebas de su competencia.</li> <li>● Los lotes de residuos deben marcarse según el tipo de residuo y la fuente.</li> <li>● Debe conservarse toda la documentación.</li> <li>● Deben cumplirse todos los requisitos legales.</li> <li>● Los sitios de operación deben estar bien establecidos en áreas con buenas rutas de acceso.</li> <li>● Los contenedores deben ser compatibles con los tipos de residuos.</li> <li>● De ser factible, los residuos deben comprimirse para reducir el volumen a transportar.</li> <li>● Los contenedores deben ser a prueba de fugas para evitar la contaminación secundaria.</li> <li>● El agua contaminada que se produzca en el sitio de operaciones debe manejarse de una forma tal que se evite el daño ambiental.</li> </ul>	

**ESTUDIO DE CASO: Erika, Francia, 11 de diciembre de 1999**

El buque tanque *Erika* se hundió derramando aproximadamente 20.000 toneladas de combustóleo pesado. Más de 4.000 personas fueron involucradas en la limpieza de las costas que generó grandes volúmenes de residuos muy rápidamente. En total, a partir de las 20.000 toneladas de producto derramado, se cree que se produjeron más de 250.000 toneladas de residuos aceitosos. La segregación en los sitios de recuperación fue razonablemente satisfactoria, y después se llevaron los residuos al área de almacenamiento antes de su disposición final. Debido a la tasa de retiro de combustóleo desde los sitios de recuperación, el área del almacenamiento empezó a recibir residuos antes de que estuviese totalmente en condiciones operativas y no se pudo mantener la segregación. Por consiguiente, la re-clasificación de los residuos duró seis meses; para cuando se nombró a un contratista, había pasado más de un año antes de que las instalaciones de disposición final pudiesen comenzar a funcionar. La disposición final de todos los residuos llevó más de cuatro años



*Cargador frontal transportando residuos in situ en Francia después del derrame del Erika*

En interés de las mejores prácticas, todos los sitios de almacenamiento escogidos, sean éstos intermedios o sitios de almacenamiento definitivo, deben estar en una ubicación geográfica apropiada; deben tener la topografía y la geología apropiadas para soportar un sitio de almacenamiento de residuos; y deben evitar las zonas ambientales sensibles o las áreas cercanas a población densa. Siempre debe cumplirse la legislación local. La Tabla 4 establece algunas guías relativas a criterios geográficos y legales que deben cumplir los sitios de almacenamiento a largo plazo.

*Tabla 4*  
*Consideraciones del almacenamiento para*  
*sitios de residuos aceitosos*

<b>Criterios</b>	<b>Almacenamiento intermedio</b>	<b>Almacenamiento definitivo (de gran importancia)</b>
Duración de la ocupación	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Plan para ocupación durante 0–1 año (más en casos extremos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Plan para ocupación hasta 5 años</li> <li>● Puede haber restricciones legales</li> </ul>
Ejemplo de capacidades de almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 1.500–3.000 m<sup>2</sup> de superficie</li> <li>● piscinas de almacenamiento (100–200 m<sup>3</sup>)</li> <li>● Almacenamiento para desechos, bolsas, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 20.000–100.000 m<sup>2</sup> de superficie</li> <li>● piscinas de almacenamiento (1.000–10.000 m<sup>3</sup>)</li> <li>● Clasificación, pre-tratamiento, estabilización</li> </ul>
Distancia desde los sitios de recuperación/traslado	<ul style="list-style-type: none"> <li>● No más de 5 km</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● No más de 50–10 km; o</li> <li>● una hora por carretera desde el sitio de almacenamiento previo</li> </ul>
Acceso y trabajos de preparación del terreno	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Necesario el acceso de camiones pesados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Necesario el acceso de camiones pesados</li> </ul>
Requisitos legales	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Cumplir con las reglamentaciones locales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Cumplir con las reglamentaciones locales</li> </ul>
Condiciones del terreno	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Llano y escalonado para acomodar los tanques de sedimentación</li> <li>● Pueden ser necesarias instalaciones de recolección de aguas lluvias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Llano y escalonado para acomodar los tanques de sedimentación</li> <li>● Construir instalaciones apropiadas para aguas lluvias</li> </ul>
Condiciones hidrogeológicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>● La capacidad para soportar carga debe ser la adecuada</li> <li>● Subsuelo impermeable, natural o artificialmente</li> <li>● Evitar sistemas de agua subterránea</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● La capacidad para soportar carga debe ser la adecuada</li> <li>● Subsuelo impermeable, natural o artificialmente</li> <li>● Evitar sistemas de agua subterránea</li> </ul>
Condiciones ambientales	<ul style="list-style-type: none"> <li>● A una distancia segura de las áreas pobladas</li> <li>● Evitar los sitios sensibles a nivel cultural o arqueológico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● A una distancia segura de las áreas pobladas</li> <li>● Tener cuidado con los impactos de los camiones</li> <li>● Establecer una zona de amortiguamiento para áreas sensibles</li> </ul>
Condiciones de manejo y mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Clasificar los residuos</li> <li>● Evaluar las cantidades</li> <li>● Organizar contratos de disposición final</li> <li>● Manejo del agua</li> <li>● Servicios de seguridad para evitar vertimientos no autorizados</li> <li>● Restauración del sitio de operaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Clasificar los residuos</li> <li>● Evaluar las cantidades</li> <li>● Organizar contratos de disposición final</li> <li>● Manejo del agua</li> <li>● Servicios de seguridad para evitar vertimientos no autorizados</li> </ul>

### ASPECTOS SOBRE LEGISLACIÓN: Estudio de caso del Reino Unido

La Directiva del Consejo Europeo 91/689/CEE sobre Residuos Peligrosos controla de manera estricta todos los residuos peligrosos de la Comunidad Europea (CE). Las Reglamentaciones Especiales sobre Residuos de 1996 implementan esta directiva en el Reino Unido. Los residuos de los derrames de hidrocarburos se consideran residuos peligrosos en virtud de estas reglamentaciones. Un sistema de remesas y licencias, administrado por la Agencia Ambiental, garantiza que se siga el rastro de los residuos desde el punto de generación hasta el punto de disposición. Por consiguiente, tanto el almacenamiento temporal como el transporte de todos los residuos de derrames de hidrocarburos deben documentarse cuidadosamente y deben tener licencia. Aunque esta legislación no se aplica necesariamente al resto del mundo, puede verse como un sistema de buenas prácticas en cualquier situación de derrame.

En el manejo de derrames pequeños, locales o regionales, estas reglamentaciones no deben representar ningún problema, ya que debería haber suficientes empresas licenciadas de transporte de residuos peligrosos así como rutas de almacenamiento /disposición para manejar estos residuos. Pueden surgir problemas con esta legislación cuando se producen grandes derrames regionales e internacionales. En estos casos, las rutas de disposición normales se verán superadas y deberán identificarse nuevas empresas de transporte y sitios para almacenamiento temporal. Tendrán que emitirse licencias antes de que estas empresas sean operativas lo que, casi con total seguridad, dificultará la operación de limpieza. Corresponde a las autoridades pertinentes (en el Reino Unido, la Autoridad Local y la Agencia Ambiental) trabajar juntas para resolver esta situación. Para ayudar en esto, la Directiva manifiesta que: 'En casos de emergencia o peligro grave, los Estados Miembros tomarán todas las medidas necesarias, incluidas, en los casos en que sea apropiado, derogaciones temporales ... para garantizar que los residuos peligrosos se traten de forma que no constituyan una amenaza para la población o para el medio ambiente'.

(Directiva CE 91/689/CEE Artículo 7)

### Resumen

Es esencial que todos los sitios de almacenamiento a largo plazo se establezcan lo antes posible después de un derrame, con el fin de facilitar el traslado eficiente de los residuos desde el sitio del derrame. Los sitios de almacenamiento deben colocarse estratégicamente en lugares que sean apropiados para el almacenamiento de residuos contaminados. Es también importante el manejo efectivo de estos sitios, con el fin de garantizar que los residuos se manipulen, almacenen y preparen para su disposición final de manera correcta.

Si es posible, los aspectos relacionados con el traslado, almacenamiento y disposición de residuos deben abordarse en la etapa de planificación de contingencias, en la que las diferentes autoridades pueden tratar la situación de manera racional, sin la presión de una situación de emergencia. También es esencial que los planes de contingencia se mantengan actualizados con los cambios organizacionales o legales.

## TRATAMIENTO, RECICLAJE Y DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS IMPREGNADOS DE HIDROCARBUROS

El objetivo de cualquier operación de limpieza de un derrame de hidrocarburos es en última instancia tratar, reciclar o eliminar los residuos aceitosos de la manera más eficiente y más sana desde el punto de vista ambiental. La opción de disposición escogida dependerá de la cantidad y del tipo de hidrocarburos y de los desechos contaminados, de la ubicación del derrame, de las consideraciones ambientales y legales y de los costos probables involucrados.

La Tabla 5 identifica las diferentes opciones disponibles para la disposición de residuos con respecto a las diferentes categorías de residuos recogidos.

Tabla 5  
Tipos de residuos y métodos de disposición

Tipo de residuo	Métodos de tratamiento								
	Re-procesa- miento	Separación aceite y agua	Rompimiento de emulsiones	Estabilización	Bio- rremediación	Lavado de sedimentos	Relleno sanitario	Tratamiento térmico	Uso como combustible pesado
Hidrocarburo puro	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓
Hidrocarburo y agua	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓
Hidrocarburo y sedimento	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✗
Hidrocarburo y desechos orgánicos	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✗
Hidrocarburo y equipo de protección personal (EPP)	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗

### Resumen

Hay varias opciones posibles para la disposición de los residuos generados durante la respuesta a un derrame (se encuentran resumidas en la Tabla 6). Cada uno de los residuos requerirá un método de tratamiento diferente. Éste estará determinado por varios factores que incluyen el costo, los recursos locales disponibles, la legislación y consideraciones ambientales.

Puede haber conflicto entre la opción de eliminación más rápida y barata y una gestión sostenible de residuos. Este problema es reconocido ahora internacionalmente y se está abordando por parte de la industria y de los gobiernos mediante la educación y la planificación de contingencias.



Tabla 6 Opciones de disposición de residuos y consideraciones relevantes

Método de tratamiento	Técnicas	Consideraciones
<b>Re-procesamiento</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>● El hidrocarburo se recupera con un bajo contenido de agua y desechos y después se reprocessa en una planta de reciclado o una refinería.</li> <li>● El hidrocarburo puede entonces volver a utilizarse: la opción preferida según lo identificado en la jerarquía de los residuos (ver la Figura 3)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Las refinerías no pueden aceptar petróleo con un alto contenido de sal porque puede ocasionar daños corrosivos irreversibles a las tuberías.</li> <li>● Tampoco es aceptable el petróleo muy contaminado con agua, sedimentos y desechos.</li> </ul>
<b>Separación hidrocarburo/agua</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>● La separación se produce generalmente por gravedad, es decir, el agua aceitosa se pone en una piscina impermeabilizada con geomembrana y se deja que se separe. Se utiliza entonces un desnatador para retirar el aceite de la superficie.</li> <li>● A menudo se utiliza también equipo especial de separación, el cual puede conseguirse en instalaciones de procesamiento de petróleo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Los residuos de agua aceitosa procedentes de procesos de separación por gravedad probablemente requieran un tratamiento adicional, mediante un sistema de separadores con tabiques, ya que el contenido de hidrocarburos seguirá siendo demasiado elevado para liberarlo en el entorno.</li> </ul>
<b>Rompimiento de emulsiones</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Se puede utilizar el calentamiento de las emulsiones para descomponerlas en las fases de agua y aceite.</li> <li>● En algunos casos, tendrán que utilizarse productos químicos especializados en el rompimiento de emulsiones.</li> <li>● Una vez separado, el aceite recuperado puede mezclarse con la dieta de entrada en una refinería o volverse a procesar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Cualquier producto químico utilizado en el rompimiento de emulsiones permanecerá en el agua después de la separación; por lo tanto es necesario tener cuidado en el proceso de disposición del agua.</li> </ul>
<b>Estabilización</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>● El hidrocarburo se puede estabilizar utilizando sustancias inorgánicas como cal viva (óxido de calcio), cenizas de la quema de combustibles o cemento.</li> <li>● La estabilización forma una mezcla inerte que reduce el riesgo de lixiviación y de este modo se puede enviar al relleno sanitario con menores restricciones que en el caso del hidrocarburo puro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● El contacto con la cal viva puede ocasionar irritación de ojos, piel, sistema respiratorio y tracto gastrointestinal. El material reacciona con agua, liberando el calor suficiente como para inflamar los materiales combustibles.</li> </ul>
<b>Bio-remediación</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>● El proceso de bio-remediación se utiliza para acelerar la descomposición natural del hidrocarburo por parte de la acción microbiana.</li> <li>● Un ejemplo de bio-remediación es el landfarming. Los desechos aceitosos, con contenido relativamente bajo de hidrocarburos, se extienden uniformemente sobre el terreno y se mezclan a fondo con el suelo, promoviendo la descomposición natural del hidrocarburo mediante la acción de los micro-organismos del suelo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● El material en proceso de bio-remediación requiere ser mezclado periódicamente para promover su aireación; puede añadirse fertilizante si es necesario y hay que tomar en consideración lo apropiado de la ubicación del área de biodegradación, teniendo en cuenta aspectos como por ejemplo, distancia adecuada a las fuentes de aguas subterráneas.</li> <li>● Las áreas de biodegradación o landfarms apropiadas para esta actividad están resultando difíciles de encontrar</li> </ul>
<b>Lavado de playa</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Implica la limpieza de guijarros y rocas, tanto in situ como en un área de tratamiento separada.</li> <li>● Para las rocas grandes cubiertas de hidrocarburos, la limpieza puede llevarse a cabo mediante lavado sobre una parrilla dejando que el agua aceitosa drene a través de la misma para su tratamiento.</li> <li>● En caso de que estén poco cubiertos de hidrocarburos, los guijarros y las rocas grandes pueden trasladarse a la zona de olas para su limpieza natural. La energía de las olas las volverá a poner en su posición original con el tiempo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Esta técnica debe considerarse solamente cuando los sedimentos contienen una gran cantidad de hidrocarburos, puesto que exige mucho tiempo, es costosa, y produce muchos residuos de agua aceitosa que requieren tratamiento, y a menudo hay dificultades para definir cuándo el material está lo suficientemente libre de hidrocarburos como para devolverse a la playa.</li> </ul>

continúa ...

Tabla 6 Opciones de disposición de residuos y consideraciones relevantes (continúa)

Método de tratamiento	Técnicas	Consideraciones
<p>Lavado de arena</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Para sedimentos arenosos, se puede utilizar equipo de limpieza de arena especializado.</li> <li>● También se puede añadir un solvente apropiado para que ayude en el proceso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Este método requiere bastante tiempo, es costoso y produce muchos residuos de agua aceitosa que requieren tratamiento; y a menudo resulta difícil definir cuándo el sedimento está libre de hidrocarburos o de disolvente y puede devolverse por tanto a la playa.</li> </ul>
<p>Relleno sanitario</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Los residuos aceitosos que contengan menos del 5 por ciento aproximadamente de hidrocarburos se pueden eliminar junto con los residuos domésticos no peligrosos y llevarse a los rellenos sanitarios designados para tal fin.</li> <li>● Los rellenos establecidos están generalmente impermeabilizados con geomembrana la cual es apropiado para los residuos aceitosos, ya que evita la lixiviación del hidrocarburos en las aguas superficiales y en los acuíferos.</li> <li>● Los rellenos también son normalmente cubiertos a diario lo que evita la infiltración de agua de lluvia, reduciendo de este modo el potencial de un aumento del agua contaminada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Los sitios para disposición en relleno sanitario necesitarán un permiso especial de la autoridad local reguladora para recibir este tipo de residuos y los volúmenes se limitan a menudo.</li> <li>● Deben realizarse pruebas químicas para determinar el contenido peligroso del hidrocarburo en esta etapa.</li> <li>● Cada vez está siendo más difícil encontrar instalaciones que puedan recibir estos residuos.</li> </ul>
<p>Incineración</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Esta es una tecnología de tratamiento que implica la destrucción de los residuos mediante la quema controlada a altas temperaturas. En el caso de residuos aceitosos, los hidrocarburos se descomponen mediante las altas temperaturas que también reducen los sólidos que quedan a una ceniza segura, no quemable.</li> <li>● Las fábricas y hornos de cemento son un método efectivo y mantendrán bajos los costos, ya que los residuos tratados pueden utilizarse algunas veces como materia prima o para la generación de energía.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● El uso de incineradores portátiles está a menudo prohibido por la legislación que estipula que la instalación en donde se realice la incineración debe tener una licencia y que hay que llevar a cabo una evaluación del impacto ambiental debido a la contaminación atmosférica.</li> <li>● Se pueden considerar los incineradores permanentes utilizados para la eliminación de residuos domésticos, aunque la naturaleza altamente corrosiva de la sal en el hidrocarburos puede hacer que resulten inapropiados.</li> <li>● Los incineradores industriales a altas temperaturas pueden tratar los residuos, aunque están limitados en su suministro, incapacitándoles para tratar grandes cantidades, y son a menudo costosos.</li> </ul>
<p>Pirólisis y desorción térmica</p>  	<ul style="list-style-type: none"> <li>● La pirólisis es un ejemplo de tratamiento térmico a alta temperatura. El método convierte los desechos aceitosos orgánicos en gas y residuos sólidos mediante calentamiento indirecto sin oxígeno. Este proceso se utilizó históricamente para extraer carbón, pero ahora se utiliza para tratar los residuos industriales contaminados con hidrocarburos.</li> <li>● La desorción térmica tiene como objetivo separar los contaminantes de los sedimentos. Esto se logra calentando los residuos para vaporizar los contaminantes, sin oxidarlos.</li> <li>● Se puede llevar a cabo como una desorción térmica a alta temperatura (320–560 °C) o como una desorción térmica a baja temperatura (90–320 °C). La última se utiliza con más frecuencia para remediar los suelos que contienen hidrocarburos, ya que permite que el suelo tratado retenga la capacidad de soportar la actividad biológica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Debido a la naturaleza especializada y a la sofisticación de la planta, puede incurrirse en costos elevados.</li> <li>● El alto contenido orgánico o de humedad puede aumentar el costo e incrementar la dificultad del tratamiento de las emisiones gaseosas.</li> <li>● Un alto contenido en sedimentos puede potencialmente dañar la unidad procesadora. Cualquier cosa mayor de 60 mm de diámetro debe retirarse antes del proceso.</li> </ul>

## **CONCLUSIÓN**

Un derrame de hidrocarburos lleva a tener que tomar numerosas decisiones difíciles con respecto al suministro de recursos, la priorización de los mismos, las técnicas de limpieza con las mejores prácticas, y la seguridad de las personas involucradas, sólo para citar algunas. El manejo de residuos puede ser uno de los aspectos más significativos, en términos de impacto operativo y de cargas financieras y ambientales. Para realizar una gestión satisfactoria de estos problemas, es esencial que todos los aspectos se comprendan bien con antelación de forma que puedan planificarse y en última instancia mitigarse. Esto debe ser posible mediante el uso de las técnicas descritas en este documento y la implementación de un plan de contingencia efectivo que incluya el manejo de los residuos.

## **AGRADECIMIENTOS Y LECTURAS ADICIONALES**

### **Agradecimientos**

Este informe ha sido preparado por A. Findlay, C. Richardson y C. Wood of Oil Spill Response Limited- (OSRL) en nombre de Industry Technical Advisory Committee-(ITAC).

El informe se basó exhaustivamente en material original proporcionado por Cedre, y reconocemos con agradecimiento su apoyo continuado a la serie de informes de IPIECA.

El comité de pares de revisión de ITAC incluyó a:

Dave Davidson (ChevronTexaco)

Paul Gunter (OSRL)

Richard Johnson y Brian Dicks (ITOPF)

Richard Ellis (Shell, y Presidente, ITAC)

Russell Poese (Marathon)

Peter Jensen y Jim Clark (ExxonMobil)

Doug O'Donovan (MSRC)

Jim Thornborough (BP)

Dave Salt (OSRL)

Thomas Liebert (OSRL, y Coordinador, ITAC)

Todas las fotografías han sido proporcionadas por OSRL y Cedre.

### **Lecturas adicionales**

Cedre (2002) *A practical guide on how to manage and treat waste from a major oil spill*.

IMO (1988). *Manual on oil pollution—Section IV: Combating oil spills*. International Maritime Organization (Organización Marítima Internacional), Londres

ITOPF (1984). *Disposal of oil and debris. Technical Information Paper No. 8*. International Tanker Owners Pollution Federation Ltd., Londres.

Guénette, C. C. and G. A. Sergy (1999). *Disposal options for recovered bitumen. Manuscript report EE-168*. Emergencies Science and Technology Division, Environment Canada, Ottawa.

Van Oudenhoven, J. A. C. M., Angles, M., De Roocker, A., Kelly, R. P., Loudon, W. L., & Rudd, J. K. (1980). *Disposal techniques for spilt oil*. Report No. 9/80 (Informe n° 9/80). CONCAWE, Bruselas.

Williams, P. T. (2000). *Waste Treatment and Disposal*. John Wiley, Chichester.



International Petroleum Industry Environmental Conservation Association (IPIECA) está compuesta por compañías y asociaciones de gas y petróleo de todo el mundo. Fundada en 1974 después del establecimiento del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), IPIECA proporciona uno de los principales canales de comunicación de la industria con las Naciones Unidas. IPIECA es la única asociación global que representa tanto a la industria del gas y del petróleo en el sector upstream (suministro) como en el sector downstream (producción) en cuestiones medioambientales y sociales claves a escala global, incluidas la preparación y respuesta a los derrames de hidrocarburos; el cambio climático global; la salud; la calidad del combustible; la biodiversidad; y la responsabilidad social.

A través de un Foro de Evaluación de Asuntos Estratégicos, IPIECA también ayuda a sus miembros a identificar nuevos temas globales ambientales y evalúa su impacto potencial en la industria del gas y del petróleo. El programa de IPIECA toma en consideración los desarrollos internacionales en estos temas globales, sirviendo como foro para el debate y la cooperación e involucrando a la industria y a las organizaciones internacionales.

#### **Compañías miembros**

Amerada Hess  
 BG Group  
 BHP Billiton  
 Bitor  
 BP  
 ChevronTexaco  
 ConocoPhillips  
 Encana  
 ENI  
 ExxonMobil  
 Kuwait Petroleum Corporation  
 Maersk Olie og Gas  
 Marathon Oil  
 Nexen  
 NOCLibya  
 Norsk Hydro  
 Petroleum Development of Oman  
 Petronas  
 Repsol  
 Saudi Aramco  
 Shell  
 Statoil  
 Total  
 Unocal  
 Woodside Energy

#### **Asociaciones miembros**

American Petroleum Institute (API)  
 Australian Institute of Petroleum (AIP)  
 Canadian Association of Petroleum Producers (CAPP)  
 Canadian Petroleum Products Institute (CPPI)  
 CONCAWE  
 European Petroleum Industry Association (EUROPIA)  
 Institut Français du Pétrole (IFP)  
 International Association of Oil & Gas Producers (OGP)  
 Petroleum Association of Japan (PAJ)  
 Asociación Regional de Empresas de Petróleo y Gas Natural en Latinoamérica y el Caribe (ARPEL)  
 Regional Clean Sea Organisation (RECSO)  
 South African Petroleum Industry Association (SAPIA)



International Petroleum Industry Environmental Conservation Association  
5th Floor, 209-215 Blackfriars Road, London SE1 8NL (Reino Unido)  
Teléfono: +44 (0)20 7633 2388 Fax: +44 (0)20 7633 2389  
E-mail: [info@ipieca.org](mailto:info@ipieca.org) Internet: [www.ipieca.org](http://www.ipieca.org)