

Desarrollo de estrategias de respuesta usando el análisis de beneficio ambiental neto (ABAN)

Directrices de buenas prácticas para el personal de manejo de impactos y respuesta a emergencias



IPIECA

La asociación de la industria global del petróleo y del gas para cuestiones medioambientales y sociales

Piso 14, City Tower, 40 Basinghall Street, Londres EC2V 5DE, Reino Unido

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

Correo electrónico: info@ipieca.org Sitio web: www.ipieca.org



Asociación Internacional de Productores de Petróleo y Gas

Oficina registrada

Piso 14, City Tower, 40 Basinghall Street, Londres EC2V 5DE, Reino Unido

Teléfono: +44 (0)20 3763 9700 Fax: +44 (0)20 3763 9701

Correo electrónico: reception@iogp.org Sitio web: www.iogp.org

Oficina de Bruselas

Boulevard du Souverain 165, 4th Floor, B-1160 Bruselas, Bélgica

Teléfono: +32 (0)2 566 9150 Fax: +32 (0)2 566 9159

Correo electrónico: reception@iogp.org

Oficina de Houston

110777 Westheimer Road, Suite 1100, Houston, Texas 77042, Estados Unidos

Teléfono: +1 (713) 470 0315 Correo electrónico: reception@iogp.org

Informe de IOGP N.º 527

Fecha de publicación: 2015

© IPIECA-IOGP 2015 Todos los derechos reservados.

Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse, almacenarse en un sistema de recuperación ni transmitirse de ninguna forma ni por ningún medio, ya sea electrónico, mecánico, de fotocopiado, grabación u otro modo, sin el consentimiento previo de IPIECA.

Descargo de responsabilidad

Si bien se han realizado todos los esfuerzos posibles para garantizar la exactitud de la información contenida en esta publicación, ni IPIECA, IOGP ni ninguno de sus miembros pasados, presentes o futuros garantizan su exactitud; y tampoco, independientemente de la posible negligencia de los mencionados, asumirán ninguna responsabilidad por cualquier uso previsto o imprevisto que se haga de esta publicación. Por consiguiente, dicho uso se hará bajo el riesgo propio del receptor, teniendo en cuenta que cualquier uso por parte del receptor constituye un acuerdo con los términos de este descargo de responsabilidad. La información contenida en esta publicación no pretende ser una asesoría profesional de los diversos contribuidores de contenidos y ni IPIECA, IOGP ni sus miembros aceptan ningún tipo de responsabilidad por las consecuencias del uso o mal uso de tal documentación. Este documento puede proporcionar orientación que sea complementaria a los requisitos de la legislación local. Sin embargo, nada de su contenido pretende sustituir, enmendar, anular o de algún otro modo alejarse de dichos requisitos. En el caso de que exista un conflicto o contradicción entre las estipulaciones de este documento y la legislación local, prevalecerán las leyes aplicables.

Desarrollo de estrategias de respuesta usando el análisis de beneficio ambiental neto (ABAN)

Directrices de buenas prácticas para el personal de manejo de impactos y respuesta a emergencias

Prólogo

Esta publicación es parte de la serie Guía de buenas prácticas de IPIECA-IOGP, que resume los puntos de vista actuales sobre las buenas prácticas con relación a una variedad de temas sobre preparación y respuesta ante derrames de hidrocarburos. La serie pretende contribuir a alinear las prácticas y actividades de la industria, informar a los grupos de interés y servir como herramienta de comunicación para fomentar la conciencia y la educación.

La serie actualiza y sustituye la consolidada "Serie de informes sobre derrames de hidrocarburos" de IPIECA, que se publicó entre 1990 y 2008. Aborda temas que son ampliamente aplicables tanto a la exploración como a la producción, así como a las actividades de navegación y transporte.

Las revisiones se están llevando a cabo por el Proyecto conjunto del sector (JIP, por sus siglas en inglés) sobre respuesta ante derrames de hidrocarburos de IOGP-IPIECA. El JIP se estableció en 2011 para implementar oportunidades de aprendizaje con respecto a la preparación y respuesta ante derrames de hidrocarburos, después del impacto en abril de 2010 con el control del pozo petrolífero en el Golfo de México.

Nota sobre las buenas prácticas

"Buenas prácticas" en este contexto es una declaración de directrices, prácticas y procedimientos reconocidos internacionalmente que capacitarán al sector del petróleo y del gas para tener un nivel de desempeño aceptable en lo que concierne a la salud, la seguridad y el medio ambiente.

El concepto de buena práctica para un tema en particular cambiará con el tiempo a la luz de los avances tecnológicos, la experiencia práctica y la comprensión científica, así como los cambios en el entorno político y social.

Contenido

Prólogo	2	Participación de los grupos de interés	31
Introducción	4	Conclusión	32
Aspectos generales: desarrollo de respuesta usando el ABAN	6	Apéndice 1: Opciones de respuesta	33
ABAN etapa 1: Compilar y evaluar datos	7	Apéndice 2: ¿Cómo encaja el ABAN en el proceso de planificación para contingencias?	35
<i>Propiedades del hidrocarburo</i>	7	Referencias y lecturas adicionales	36
<i>Modelado de la trayectoria del derrame de hidrocarburos</i>	7	Agradecimientos	39
<i>Datos de sensibilidad</i>	8		
<i>Identificación de las posibles opciones de respuesta</i>	9		
ABAN etapa 2: Predecir los resultados	9		
<i>Estimar el efecto de un escenario de “no acción”</i>	10		
<i>Caracterización de los efectos de las opciones de respuesta</i>	12		
ABAN etapa 3: Sopesar ventajas y desventajas	12		
<i>Sopesar ventajas y desventajas para comprender las prioridades para la protección y la respuesta</i>	13		
<i>Sopesar ventajas y desventajas al seleccionar las opciones de respuesta</i>	14		
ABAN etapa 4: Seleccionar las mejores opciones	17		
<i>Optimizar la estrategia de respuesta</i>	17		
¿Cómo se aplica el ABAN?	19		
¿Cómo se aplica el ABAN antes de un derrame?	19		
¿Cómo se aplica el ABAN durante un derrame?	21		
<i>Derrames en los que se ha realizado planificación para contingencias</i>	21		
<i>Derrames en los que no se ha realizado planificación para contingencias</i>	22		
<i>Determinar los criterios de evaluación final de la respuesta</i>	23		
Estudio de caso 1: ¿Cómo se ha aplicado el ABAN durante derrames de barcos?	24		
Estudio de caso 2: ¿Cómo se puede utilizar el ABAN para justificar la inyección de dispersantes bajo la superficie del mar?	27		
Estudio de caso 3: ¿Cómo se podría utilizar el ABAN en un derrame de oleoductos en tierra?	29		

Introducción

En todas sus operaciones, la industria del petróleo adopta amplias medidas para evitar que sucedan derrames. Continuamente incorpora nuevas investigaciones y lecciones aprendidas para mejorar la prevención de derrames. A pesar de estas medidas, la industria reconoce que los derrames aún pueden ocurrir. Por lo tanto, se aplica un esfuerzo significativo al desarrollo de medidas para mitigar los potenciales impactos de los derrames.

El análisis de beneficios ambientales netos (ABAN) es un enfoque estructurado que utilizan la comunidad de respuesta y los grupos de interés durante la planificación de preparación y respuesta ante derrames de hidrocarburos para comparar los beneficios medioambientales de las posibles herramientas de respuesta y desarrollar una estrategia de respuesta que reduzca el impacto de un derrame de hidrocarburos en el medio ambiente.

El ABAN es una de las consideraciones utilizadas para seleccionar las herramientas de respuesta para derrames que de manera efectiva eliminarán los hidrocarburos, serán viables para usarse en condiciones particulares y minimizarán el impacto del derrame sobre el medio ambiente. El alcance de lo que incluye varía considerablemente alrededor del mundo. Por ejemplo, en EE. UU., la Agencia de protección al medio ambiente de los EE. UU. (US EPA), utiliza el ABAN para evaluar los beneficios medioambientales de una herramienta de respuesta, menos cualquier daño medioambiental resultante del uso de esa herramienta. (Ver, por ejemplo, US EPA, 2013). En otros países, el término ABAN se utiliza en diversas formas y puede incluir un análisis de los beneficios netos para la población, así como para el medio ambiente. Algunos países pueden realizar un análisis de beneficios medioambientales y económicos netos (ABAEN) que también incluye la consideración de los costos y las sensibilidades más importantes desde el punto de vista socioeconómico. (Ver, por ejemplo, ASTM, 2013 y Fingas, 2011). En todos los casos, el objetivo es apoyar la selección de una estrategia aceptada para la respuesta a un derrame de hidrocarburos, que se ha informado a través de un estudio y una evaluación sistemática de varios factores, con aportaciones de un conjunto de grupos de interés. El ABAN se puede utilizar durante la planificación previa a un derrame y durante una respuesta:

- el ABAN es una parte integral del proceso de planificación para contingencias, se utiliza para asegurar que la estrategia de respuesta para los escenarios de planificación estén bien informadas.
- Durante una respuesta, el proceso de ABAN se utiliza para asegurarse de que se comprendan las condiciones cambiantes de forma que se pueda ajustar la estrategia de respuesta de la forma necesaria para gestionar las acciones de respuesta y los criterios de evaluación finales.

El proceso de ABAN consta de cuatro etapas:

1. **Compilar y evaluar datos** para identificar un escenario de exposición y las posibles opciones de respuesta y para comprender los posibles impactos de esa situación de un derrame.
2. **Predecir los resultados** para la situación dada, a fin de determinar cuáles técnicas son eficaces y viables.
3. **Sopesar ventajas y desventajas** al determinar una gama de beneficios ecológicos e inconvenientes resultantes de cada opción de respuesta viable. En algunos países esto también incluye una evaluación de los beneficios y costos desde el punto de vista socioeconómico de cada opción de respuesta viable.
4. **Selección de las mejores opciones de respuesta** para la situación determinada, basado en cuál combinación de herramientas y técnicas podrán minimizar el impacto.

Varios grupos de interés participan en el proceso de ABAN, el cual se basa en la cooperación entre los gobiernos, la industria y las comunidades para garantizar que se tomen decisiones de respuesta informadas y que se tomen en cuenta todas las perspectivas y puntos de vista.

Las líneas de comunicación abiertas, la toma de decisiones transparente, la claridad de las políticas y las expectativas realistas de los resultados de la respuesta son elementos clave para una planificación y ejecución exitosas de la preparación y la respuesta ante derrames de hidrocarburos.

Recuadro 1 *¿Cuándo se utilizaron los principios del ABAN por primera vez?*

El ABAN se ha utilizado en la práctica durante muchos años después de las lecciones aprendidas en derrames en la década de 1980. Una clara expresión temprana de un ABAN surgió durante la respuesta al impacto del *Exxon Valdez* en Alaska en 1989, para la evaluación de las propuestas de lavado mecánico de rocas a gran escala que recomendaba la remoción masiva del material de la costa impregnado de hidrocarburos. Los desacuerdos entre los organismos normativos acerca de su aplicación obligaron a que la NOAA ejerciera el voto decisivo. La propuesta fue rechazada cuando se determinó que no habría “ningún beneficio medioambiental neto adquirido al excavar y lavar las costas” y que “esta tecnología tenía el potencial de agravar el daño al medio ambiente provocado por el derrame”.

Dada la amplia gama y la magnitud de las situaciones de planificación de derrames de hidrocarburos, las diversas percepciones de valor de las sensibilidades más importantes desde el punto de vista ecológico y socioeconómico y las realidades innatas de la respuesta ante derrames en campo, no existe una sola herramienta o metodología del ABAN que se adecuada o incluso apropiada para aplicarse en todas las situaciones.

En función de la magnitud y la complejidad de la situación del derrame en consideración, el proceso de ABAN puede ir desde una breve revisión y la valoración directa de unas cuantas opciones sencillas por parte de un planificador para contingencias por derrames de hidrocarburos hasta un análisis más sustancial que incluya una variada serie de compromisos con diferentes grupos de interés.



Las costas rocosas expuestas tienen propiedades naturales de autolimpieza en virtud del entorno de olas de alta energía. El ABAN informa al planificador que una estrategia de monitoreo y evaluación tendrá prioridad para dichas costas afectadas con mínima intervención de limpieza.

Aspectos generales: desarrollo de respuesta usando el ABAN

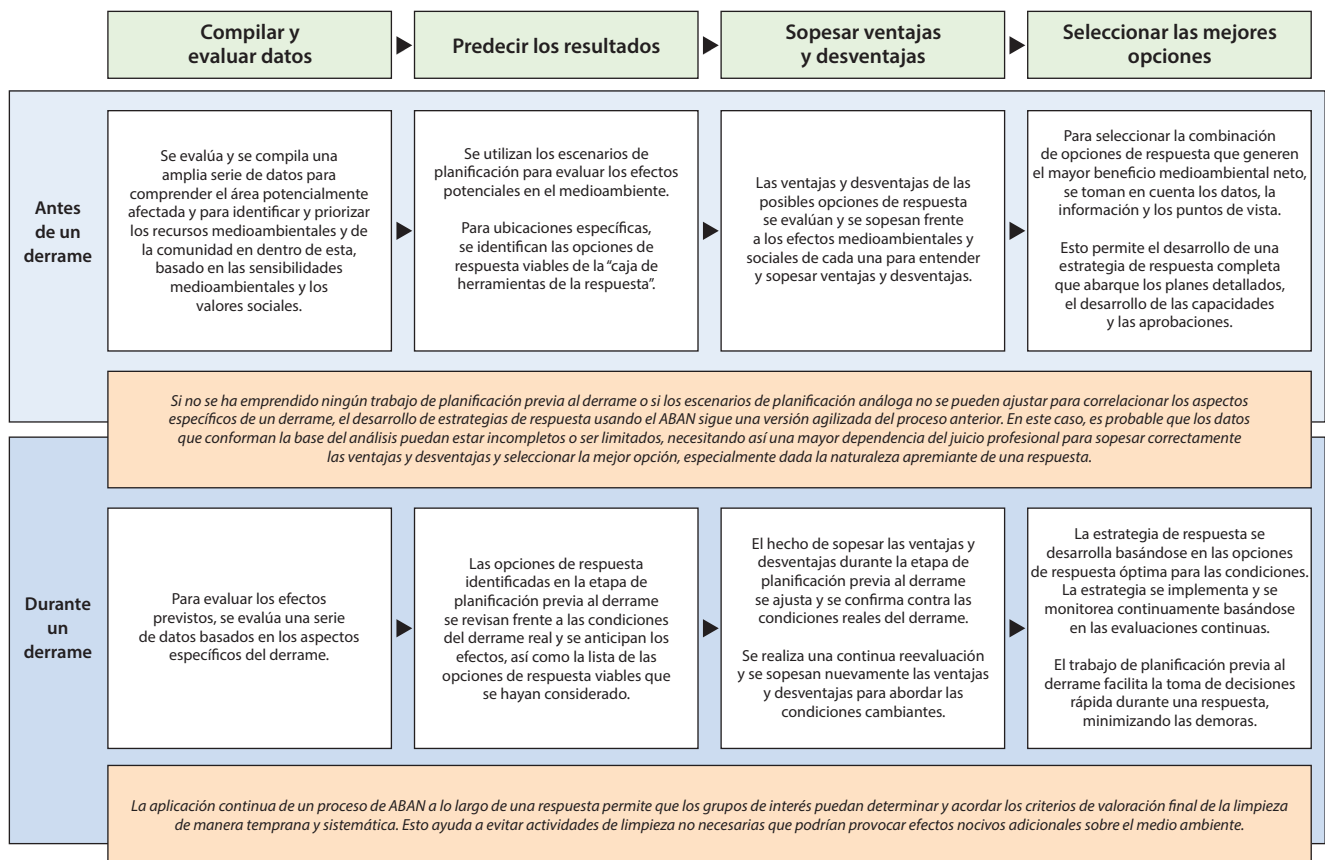


El ABAN se aplica antes y durante un derrame para ayudar en la selección y optimización de las opciones de respuesta. Independientemente de en cuál etapa del derrame se emplee, el proceso de ABAN no cambia.

- Antes de un derrame, permite a las partes identificar los posibles escenarios costa afuera, cerca de la costa, en la costa o en tierra. La selección de las opciones de respuesta varía en función de dónde ocurra el derrame de hidrocarburos.
- Durante la fase de planificación para contingencias, el ABAN se usa para identificar y acordar las estrategias de respuesta para cada escenario seleccionado.
- Durante un derrame, permite validar y ajustar estas estrategias a medida que las condiciones evolucionan.¹

La Figura 1 ilustra el proceso de desarrollo de una estrategia de respuesta usando un ABAN que incluye la evaluación de los beneficios y los costos socioeconómicos. Este se puede adaptar para usarse en países que no incluyen los factores socioeconómicos en su proceso de ABAN.

Figura 1 Desarrollo de estrategia de respuesta usando el ABAN



¹ Algunas personas proponen usar un proceso de ABAN para evaluar formas alternativas de restaurar los recursos naturales dañados por un derrame de hidrocarburos (por ejemplo, ver Efrogmson *et al*, 2003). Sin embargo, este no es un uso común del ABAN y queda fuera del alcance de esta guía.

ABAN etapa 1: Compilar y evaluar datos



La información recopilada durante esta etapa brinda información acerca de todas las consideraciones posteriores. La obtención de datos de alta calidad reduce las suposiciones y ofrece mayor confianza en la selección y la optimización de las opciones de respuesta.

Los datos se vinculan directamente con los escenarios de planificación que se hayan considerado, e incluyen lo siguiente:

Propiedades del hidrocarburo

Para los escenarios empleados en la planificación para contingencias por derrames de hidrocarburos, se pueden considerar una variedad de hidrocarburos. Las propiedades del hidrocarburo de interés particular son aquellas que se pueden utilizar para estimar el envejecimiento (por ejemplo, evaporación, dispersión natural, emulsificación) y que influyen en su toxicidad potencial. Cuando hay disponible una muestra del hidrocarburo, la prueba de laboratorio puede cuantificar los parámetros clave, que se pueden usar a continuación en los modelos predictivos. Cuando no hay disponible una muestra del hidrocarburo, o si existe incertidumbre acerca de los parámetros, las propiedades de una serie de posibles fuentes de hidrocarburos se pueden utilizar en la planificación para informar la selección de un hidrocarburo análogo adecuado para usarse en el modelado del derrame de hidrocarburos. Durante un derrame, estas suposiciones se actualizarían entonces para reflejar las propiedades del hidrocarburo que en realidad se esté vertiendo.

Modelado de la trayectoria del derrame de hidrocarburos

Los modelos de derrames de hidrocarburos ofrecen predicciones acerca de la forma en que un hidrocarburo de propiedades conocidas se puede comportar al verterse en el medio ambiente, basándose en los parámetros de entrada, los patrones climáticos, las corrientes del agua y otros datos. Los modelos de derrames de hidrocarburos se utilizan para predecir las áreas geográficas que pueden verse afectadas en un escenario de un derrame determinado y desarrollar un plan de respuesta al derrame que aborde esa situación. Si ocurre un derrame, el modelo se debe actualizar para reflejar el clima, el agua y otras condiciones que se encuentren durante el impacto.



OSRL



IPIECA

Extremo izquierdo: ejercicio de evaluación de sensibilidad en la costa en el Reino Unido como parte de un curso de SCAT para desarrollar una estrategia de respuesta en costas.

Izquierda: evaluación de la sensibilidad de costas realizada en Tanzania durante un taller de desarrollo de mapas de sensibilidad auspiciado por IMO/IPIECA y gestionado por el Consejo Nacional de la Gestión del Medio Ambiente de Tanzania.

Datos de sensibilidad

Como apoyo para el proceso de ABAN, los mapas de sensibilidad (por ejemplo, Figura 2) ofrecen la base para una evaluación de aquellos recursos que pueden verse afectados por la trayectoria del derrame.

Los mapas de sensibilidad deben incluir:

- **Información de referencia** tal como el contorno de la costa y la profundidad batimétrica, ríos y lagos, ciudades y pueblos, límites administrativos, nombres de lugares y carreteras, vías férreas e infraestructura principal.

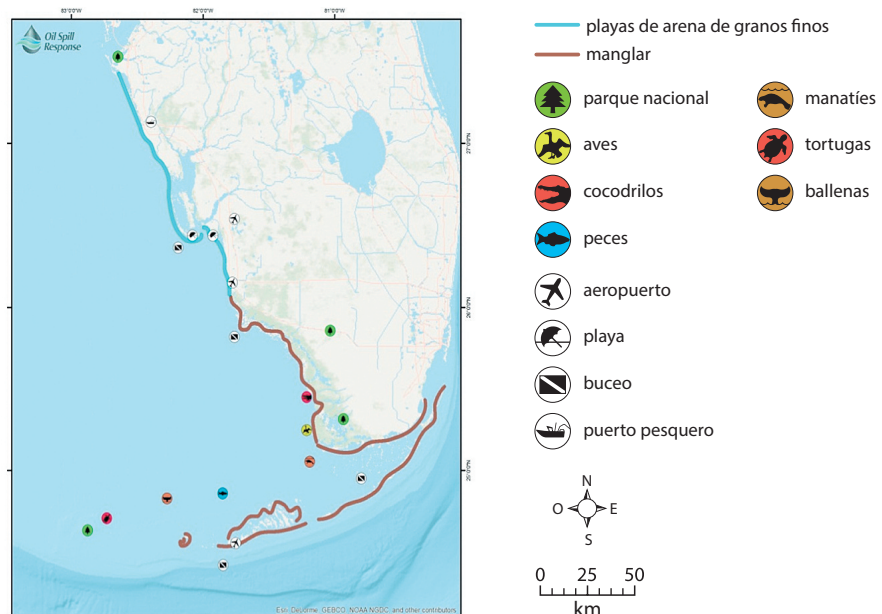
- **Tipos de costas y su sensibilidad medioambiental general** ante un derrame de hidrocarburos; se pueden clasificar los diferentes tipos de costas usando los principios básicos de que la sensibilidad a los hidrocarburos se incrementa con:

- aumentar la protección de la costa contra la acción de las olas;
- penetración del hidrocarburo en los sedimentos;
- tiempos de retención natural del hidrocarburo en la costa, y
- la productividad biológica de los hábitats de la costa.

Generalmente, las costas menos sensibles son los cabos rocosos expuestos, y las más sensibles son las marismas protegidas y los manglares. Los hábitats afectados por infiltraciones naturales de hidrocarburo pueden ser menos sensibles.

- **Un índice formal de sensibilidad** se puede adoptar para representar el relativo significado potencial de las áreas sensibles de las costas. Por ejemplo el Índice de sensibilidad medioambiental (ESI, por sus siglas en inglés) de la NOAA ofrece una base de clasificación reconocida de 1 (baja sensibilidad) a 10 (muy alta sensibilidad), la cual integra:
 - el tipo de costa (tamaño del grano, pendiente, etc.) que determina la capacidad de penetración del hidrocarburo y/o la posibilidad de enterrarlo en la costa, y el movimiento;
 - la exposición a la energía de las olas (y de las mareas) que determina el tiempo de persistencia natural del hidrocarburo en la costa, y
 - la relativa productividad biológica general y la sensibilidad.
- **Los ecosistemas, los hábitats y las especies sensibles y los recursos naturales clave** como los arrecifes de coral, los lechos de pastos marinos y algas y la fauna silvestre como las tortugas, las aves y los mamíferos.

Figura 2 Ejemplo de un mapa de sensibilidad a hidrocarburos



- **Recursos sensibles que tienen valor comercial o recreativo**, por ejemplo, áreas de pesca, lechos de mariscos, áreas de criaderos de peces y crustáceos, trampas de peces e instalaciones de acuicultura. Otras características incluyen instalaciones para embarcaciones como muelles y varaderos, tomas de agua industrial, recursos recreativos como balnearios y sitios de significado cultural o histórico.

Se puede encontrar orientación adicional acerca de mapas de sensibilidad en IPIECA/IMO/IOGP, 2012.

Identificación de las posibles opciones de respuesta

Durante esta fase del análisis, se realiza una identificación de las posibles opciones de respuesta. Esto inicia con la evaluación de todas las opciones de respuesta aplicables y la selección previa de aquellas para considerarse posteriormente en las siguientes etapas del proceso.

Los factores que se deben considerar durante este proceso de evaluación y selección previa incluyen:

- **Eficacia:** ¿qué herramientas y técnicas de respuesta lograrán los resultados deseados?
- **Viabilidad:** ¿qué herramientas y técnicas de respuesta son viables y seguras, dadas las condiciones climáticas y operativas previstas?
- **Regulaciones:** ¿qué herramientas y técnicas están permitidas dentro del marco reglamentario?

Los resultados del modelado, la información acerca de la sensibilidad y las opciones de respuesta se evalúan en la segunda etapa del proceso de ABAN: predicción de los resultados.

Etapa 2: Predecir los resultados

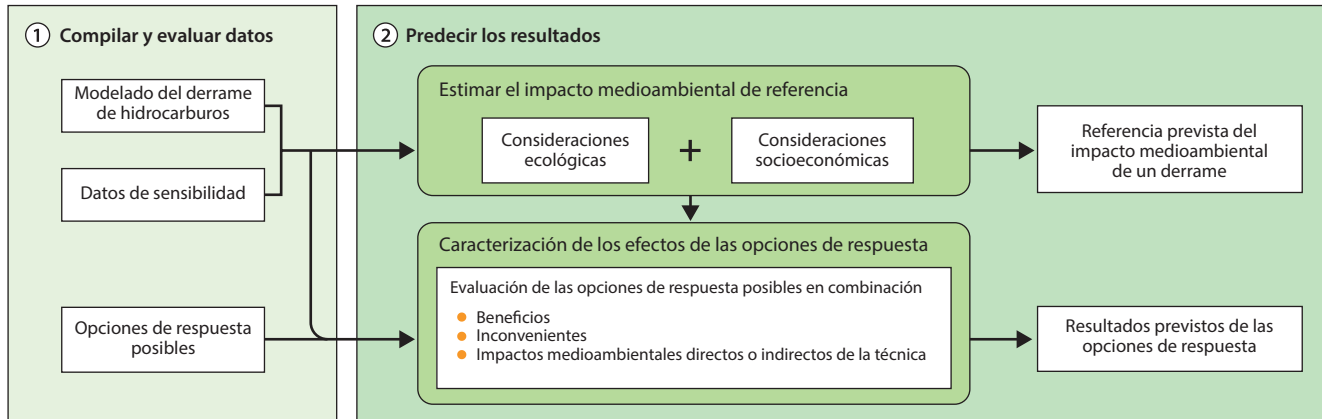


En esta etapa, los planificadores y el personal de respuesta evalúan los posibles resultados usando la información compilada en la etapa 1 para revisar las posibles trayectorias del derrame y los recursos medioambientales que podrían verse afectados en un escenario de derrame en el que no se aplica ninguna actividad de respuesta. A continuación, se considera la forma en que las diferentes combinaciones de opciones de respuesta pueden cambiar estos impactos, para permitir caracterizar y sopesar las ventajas y desventajas en la siguiente etapa del proceso.

Los impactos sobre el medio ambiente se pueden agrupar ampliamente en impactos ecológicos, que son evaluados en todas las formas de ABAN, y los impactos y costos socioeconómicos que también pueden ser evaluados en algunos países que utilizan un ABAN extendido. El segundo vínculo reconoce la relación entre el medio ambiente natural y el humano, por ejemplo, al considerar si el posible impacto de un derrame de hidrocarburos en las poblaciones de peces es posible que afecte a las personas que se dedican a la pesca, incluyendo la pesca de subsistencia, recreativa y comercial. Ambos permiten caracterizar los impactos de tal forma que las ventajas y desventajas toman en consideración todos los aspectos y las opciones de respuesta se pueden seleccionar en una visión integral del mayor beneficio ambiental neto general.

La figura 3 en la página 10 ilustra la forma en que los datos de la etapa 1 del ABAN informan a la etapa 2 del ABAN cuando los beneficios socioeconómicos y las desventajas están incluidos en el análisis. Este proceso se puede adaptar para usarse en países que no incluyen los factores socioeconómicos en su ABAN.

Figura 3 La forma en que los datos de la etapa 1 del ABAN informan a la etapa 2 del ABAN



Estimar el efecto de un escenario de “no acción”

Cada ABAN incluye una evaluación del efecto potencial de un escenario de derrame de “referencia base” en la que no se adopta ninguna respuesta. Esta referencia base ofrece una base para comparar los beneficios y las desventajas de las diferentes combinaciones de opciones de respuesta.²

Esta situación de referencia base cubre la escala temporal necesaria para que el hidrocarburo envejezca y se atenúe naturalmente. Identifica los posibles efectos medioambientales a nivel general, pero no intenta cuantificar el daño potencial a los recursos medioambientales. Con la cantidad de variables involucradas, no es práctico calcular la cantidad de daño potencial a ningún recurso medioambiental en el proceso de ABAN. Se pueden utilizar otros métodos para evaluar el daño real a los recursos naturales de ocurrir un derrame de hidrocarburos.³

En general, el proceso de ABAN ofrece una estimación de los posibles efectos medioambientales que es suficiente para permitir a las partes comparar y seleccionar las combinaciones preferidas de opciones de respuesta. La participación de expertos en este proceso ayudará a generar el nivel de detalle necesario para tomar decisiones adecuadamente informadas al seleccionar opciones de respuesta. Se debe desarrollar la capacidad de respuesta con cierta flexibilidad, para justificar los efectos no previstos y las condiciones cambiantes que pueden surgir durante una respuesta a un derrame de hidrocarburos.

² En algunas jurisdicciones, “referencia base” también se utiliza para describir la condición de los recursos medioambientales antes de un derrame, o la condición en que esos recursos se encontrarían si el derrame no hubiera sucedido. Por ejemplo, ver la Ley de la contaminación por hidrocarburos de EE. UU., 33 USC 2701 *et seq.* En el ABAN, el término “referencia base” puede también tener el significado opuesto, y describe la condición de los recursos medioambientales después de un derrame, de no ocurrir ninguna acción de respuesta.

³ Por ejemplo, ver: la Ley de la contaminación por hidrocarburos de EE. UU., 33 USC 2701 *et seq.*, la cual crea responsabilidades adicionales para daños a los recursos naturales resultantes de un derrame de hidrocarburos en EE. UU (www.epa.gov/laws-regulations/summary-oil-pollution-act); y la Directiva de responsabilidad medioambiental de la Unión Europea 2004/35/EC, la cual establece un marco de trabajo para corregir los daños a los recursos naturales de la Unión Europea (<http://ec.europa.eu/environment/legal/liability>). Se debe advertir que la Directiva para la seguridad costa afuera de la Unión Europea 2013/30/EU enmendó el alcance para cubrir daños a las aguas marinas (<https://ec.europa.eu/energy/en/topics/oil-gas-and-coal/offshore-oil-and-gas-safety>). En virtud de estas leyes, se utilizan procedimientos de evaluación separados para identificar y determinar la cantidad de daño a los recursos naturales resultante de un derrame de hidrocarburos.

Impactos ecológicos del hidrocarburo

El impacto ecológico inicial del hidrocarburo en el medio ambiente puede variar de mínimo, como un petróleo ligero en mar abierto a significativo, como un crudo en el rico ecosistema de un manglar. Los factores que se deben considerar al evaluar los impactos ecológicos incluyen los siguientes:

- **Tipo de hidrocarburo:** es más probable que los hidrocarburos ligeros provoquen efectos tóxicos severos localizados a corto plazo. Los hidrocarburos pesados son generalmente menos tóxicos, pero pueden contaminar superficies de vastas áreas debido a su mayor persistencia y potencial de sofocación.
- **Carga de hidrocarburos:** los depósitos densos de hidrocarburos en las playas son propensos a asfixiar plantas y animales, y algunos tipos de hidrocarburos pueden formar placas persistentes de asfalto.
- **Factores geográficos:** es posible que el daño sea mayor en aguas protegidas someras de baja energía y en costas protegidas debido a que estas áreas generalmente tienen alta productividad y prolongados calendarios de limpieza natural.
- **Clima:** la velocidad del viento y la temperatura del agua afectan los cambios en la evaporación y la viscosidad del hidrocarburo y, a su vez, en su dispersabilidad y toxicidad.
- **Factores biológicos:** diferentes especies tienen diferentes niveles de sensibilidad, por ejemplo, muchas algas de la costa son relativamente tolerantes a los hidrocarburos, mientras que los manglares son especialmente sensibles.
- **Factores temporales:** la sensibilidad de las plantas y animales puede variar de acuerdo con la estación. Por ejemplo, las plantas de las marismas son particularmente sensibles en la etapa de plántulas en la primavera, cuando las pequeñas plantas se encuentran en su ciclo de crecimiento más activo. Muchas especies de animales tienen periodos de apareamiento estacionales y son más sensibles a los hidrocarburos en etapas tempranas de la vida (por ejemplo, cuando son huevos o larvas, o huevos de aves y polluelos anidando).

Los tiempos de recuperación de los ecosistemas pueden variar desde unos cuantos días hasta muchos años, y pueden no correlacionarse directamente con los calendarios; en algunos casos, la recuperación puede progresar incluso en la presencia de residuos de hidrocarburos. De manera contraria, una zona de costa se puede dejar viéndose limpia, pero tener recursos biológicos reducidos debido a que el derrame de un producto ligero ha causado efectos rápidos y tóxicos antes de evaporarse. En tal caso, el tiempo de recuperación será determinado por la tasa de migración desde las zonas no afectadas, el reclutamiento natural, el establecimiento y el crecimiento naturales.

Las formas en que el hidrocarburo puede afectar a diversos recursos medioambientales y ecológicos, y los factores que pueden influir en estos impactos, se describen en la Guía de buenas prácticas sobre ecología marina de IPIECA-IOGP (IPIECA-IOGP, 2015) y costas (IPIECA-IOGP, 2015a) y en el informe de IOGP-IPIECA JIP titulado *Oil spill risk assessment and response planning for offshore installations*, publicado en respuesta al impacto del Macondo en el Golfo de México en 2010 (IPIECA-IOGP, 2013).

Impactos ecológicos del hidrocarburo

En jurisdicciones que toman en cuenta los impactos socioeconómicos, los factores que se deben considerar incluyen los siguientes:

- **Pérdida de la pesca comercial debido al riesgo de contaminar las embarcaciones y el equipo o el producto de la pesca:** los peces y mariscos se pueden contaminar y considerarse inadecuados para la venta si las sustancias derivadas de los hidrocarburos que son absorbidas por los tejidos les imparten olores y sabores desagradables. Se pueden decretar zonas de exclusión para la pesca hasta que las especies estén libres de contaminación. Es posible que los peces y mariscos cultivados en granjas se tengan que eliminar si no alcanzan el mercado en el tiempo adecuado debido a la contaminación.
- **Instalaciones de descanso y turísticas incluidas las zonas de playas y parques costeros:** las marinas y embarcaderos ofrecen instalaciones para el uso de embarcaciones de recreo, y algunas actividades de pesca atienden el comercio turístico. Los hidrocarburos pueden ocasionar que estos recursos sean temporalmente inutilizables. Las marinas y los sitios basados en tierra podrían tener importancia cultural o histórica y se pueden ver afectados de diversas maneras. Estos sitios incluyen estructuras, monumentos y artefactos



Los manglares, como este en Nigeria, son generalmente importantes tanto desde el punto de vista ecológico como socioeconómico (por ejemplo, para la producción de mariscos). También son vulnerables a daños causados por hidrocarburos.

Fuente: IPIECA

históricos. Si bien el derrame de hidrocarburos por sí mismo puede contaminar físicamente estos sitios y provocar daños, los impactos más significativos a menudo surgen de la alteración durante una respuesta.

- **Instalaciones que dependen de tomas de agua:** muchas industrias usan tomas de agua para enfriamiento u otros fines; algunos países dependen de entradas de agua para sus plantas de desalinación. Si se introducen hidrocarburos en estas tomas de agua, pueden provocarse impactos negativos graves. Se puede minimizar la probabilidad de dichos impactos al colocar barreras alrededor de las tomas para evitar el hidrocarburo o diseñando tomas para operación submarina.

Se ofrece orientación adicional acerca de los efectos socioeconómicos de los derrames de hidrocarburos en la Guía de buenas prácticas de IPIECA-IOGP para la evaluación y la compensación económica para derrames de hidrocarburos en el mar (IPIECA-IOGP, 2015b).

Caracterización de los efectos de las opciones de respuesta

Una vez que se haya establecido la base de referencia para un escenario de derrame o impacto determinado, se pueden caracterizar y evaluar los efectos de las opciones de respuesta. No existe una sola metodología o un solo mecanismo para ello, y es importante la participación de diversos expertos y grupos de interés para garantizar un entendimiento común de la eficacia, la viabilidad y las limitaciones de las opciones de respuesta.

Se debe evaluar la selección previa de las opciones de respuesta para cada situación de derrame de hidrocarburos. Se deben desarrollar los criterios de evaluación para permitir la predicción de la forma en que cada opción de respuesta habría de mitigar los impactos de referencia establecidos. Es importante que los planificadores no consideren cada opción de respuesta aisladamente, sino tener en mente las formas en que las diversas técnicas pudieran impactar e interactuar entre sí y la forma en que cambian con el tiempo en respuesta a las condiciones cambiantes.

En virtud de la complejidad de predecir los resultados que están sujetos a una cantidad de variables y grados de incertidumbre, el entendimiento obtenido en esta etapa puede parecer de alguna forma subjetivo y relativo. Es importante que los planificadores y el personal de respuesta con experiencia continúen participando para evitar la tentación de cuantificar todo y, en el proceso, generar expectativas posiblemente no realistas de lo que se puede obtener durante una respuesta.

Etapa 3: Sopesar ventajas y desventajas



La etapa 3 del ABAN requiere que el conjunto de grupos de interés llegue a un consenso acerca de la relativa prioridad de las sensibilidades medioambientales y comprendan, sopesen y acepten las ventajas y desventajas inherentes a las técnicas de respuesta disponibles. Este entendimiento común informa a la etapa final del proceso, en la cual se selecciona la estrategia de respuesta óptima para lograr el mayor beneficio medioambiental neto.

Lo ideal de cualquier estrategia de respuesta sería evitar todos los impactos negativos; desafortunadamente, esto generalmente no es generalmente en la práctica. Ningún escenario de dos derrames de hidrocarburos será igual debido a la variación de los hidrocarburos, las ubicaciones, las sensibilidades medioambientales y socioeconómicas y a otras condiciones operativas como el clima, la logística y los aspectos jurídicos.

Los debates acerca de sopesar las ventajas y desventajas necesariamente requieren un compromiso entre las partes. Por este motivo, la identificación y la participación de los principales grupos de interés y la presentación clara de los hechos (incluidas las suposiciones e incertidumbres) son importantes para permitir que estas complejas discusiones se realicen. Un ejemplo simplificado de dichos debates acerca de las ventajas y desventajas para un escenario de un derrame de hidrocarburos en el mar sería el debate que se realiza respecto del uso de dispersantes para tratar el hidrocarburo flotante hacia aguas cercanas a la superficie, donde se deben sopesar los posibles impactos a los organismos acuáticos expuestos contra los posibles impactos a largo plazo en los hábitats y comunidades de la costa en caso de no dispersarse el hidrocarburo. El escenario de planificación dictará lo que se necesite realmente considerar y el grado al cual los debates de las ventajas y desventajas necesitar lograr.

Sopesar ventajas y desventajas para comprender las prioridades para la protección y la respuesta

En todas las etapas de preparación y respuesta ante un derrame, habrá diferencias y conflictos en las prioridades, los valores y las percepciones de la importancia de los recursos sensibles. No hay una forma universalmente aceptada de asignar el valor o la importancia percibidos a las diferentes sensibilidades medioambientales y socioeconómicas.

Este no es un proceso cuantitativo, aunque los enfoques como los que se utilizan en la toma de decisiones basadas en riesgos puedan permitir a los grupos de interés con percepciones distintas comparar los diversos recursos para facilitar el logro de un consenso acerca de los valores relativos de estos recursos en ausencia de valores absolutos. El punto importante que se debe recordar es que el proceso de ABAN busca consenso entre los diferentes grupos de interés.

Los mapas de sensibilidad y el modelado de los derrames de hidrocarburos ayudan a establecer cuáles sensibilidades tienen la mayor prioridad en cuanto a la protección en un escenario de planificación de un derrame de hidrocarburos determinado.

Muchos factores influyen en la prioridad de la respuesta, incluidos la facilidad de protección, la facilidad de limpieza, los tiempos de recuperación y la importancia para la subsistencia, el valor económico y los cambios estacionales en uso. Las áreas que tienen la mayor probabilidad de un impacto potencial, y también la mayor sensibilidad en cuanto a la importancia percibida, se deben anotar para abordarse primero, de ser posible. A continuación, el enfoque se amplía para abordar otros efectos medioambientales y socioeconómicos potenciales, coherentes con el tipo de proceso de ABAN utilizado en la ubicación en cuestión.

Antes de un derrame, especialmente cuando el área de impacto potencial de un escenario de planificación determinado es significativa, las prioridades de protección se pueden agrupar o generalizar.

Durante un derrame, la prioridad verdadera para la respuesta se ve influida por la realidad del derrame. Esta realidad reduce la incertidumbre de las predicciones.

Al determinar las prioridades medioambientales para protección y respuesta, los planificadores y el personal de respuesta tendrán la información que requieren para desarrollar una estrategia de respuesta adecuada para maximizar la protección medioambiental y facilitar la recuperación más eficiente de las sensibilidades afectadas.

Sopesar ventajas y desventajas al seleccionar las opciones de respuesta

Para permitir una selección informada de la estrategia o las estrategias de respuesta óptimas, se evalúan las ventajas y las desventajas inherentes de las opciones de respuesta disponibles y se consideran las ventajas y desventajas.

Por ejemplo, los beneficios de la eliminación física de hidrocarburos de una costa incluyen:

- eliminación del hidrocarburo del medio ambiente afectado;
- prevención de la removilización del hidrocarburo a granel a otra área, reduciendo así el potencial de contaminación adicional;
- reducción de los impactos secundarios en animales que utilizan las costas, y
- si se utilizan métodos no agresivos, un mínimo impacto en la estructura los organismos de la costa.

Sin embargo, las desventajas incluyen:

- puede requerir una intensa mano de obra;
- se requiere de una significativa capacidad de almacenamiento;
- puede provocar un daño adicional al medio ambiente debido a los métodos de eliminación agresivos (por ejemplo remoción y lavado de arena), afectando la costa y los organismos costeros, y
- puede causar daños adicionales al medio ambiente como resultado del tráfico de equipo pesado y a pie.

Se deben sopesar los beneficios potenciales de la eliminación del hidrocarburo contra los riesgos de nocivos impactos adicionales de la técnica de limpieza. Si se predice que el hidrocarburo va a encallar en una costa particularmente sensible, como un manglar o marisma, se debe considerar el daño que una iniciativa de respuesta puede causar comparado con dejar que el hidrocarburo se descomponga naturalmente.

Las siguientes fotografías ofrecen un ejemplo de recuperación natural.

Derecha: manglar contaminado en agosto de 2010.

Extrema derecha: recuperación natural del manglar en noviembre de 2010.



ITOPF



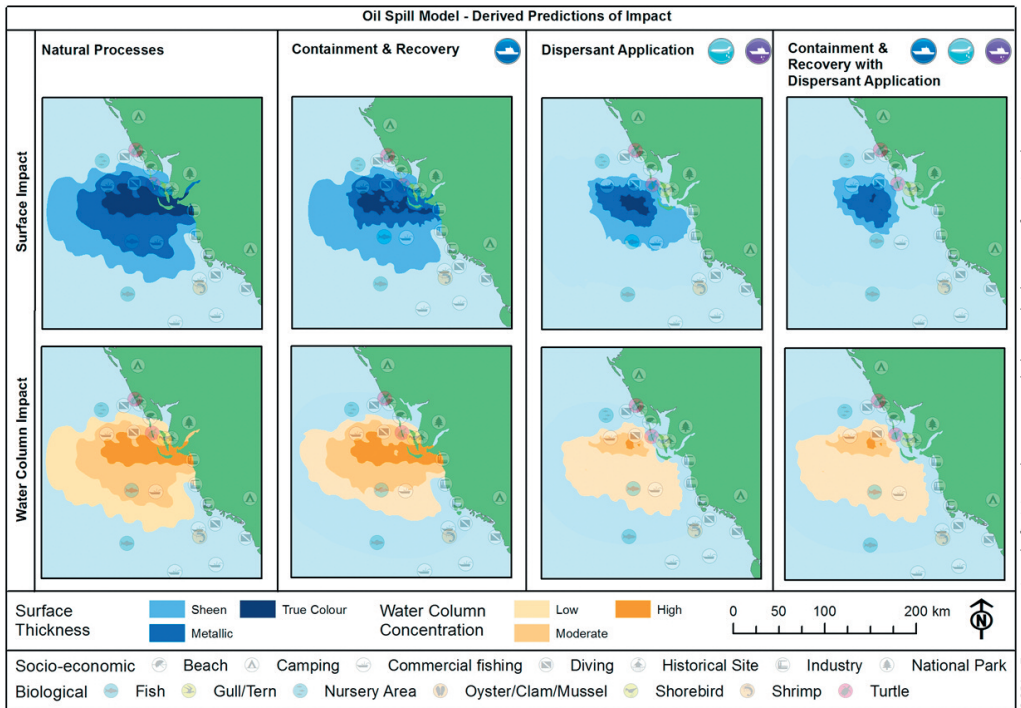
ITOPF

Durante el debate para sopesar las ventajas y desventajas, es importante asegurarse de que las conversaciones sean guiadas por los aspectos específicos de la situación o el derrame planificados, y se basen en el juicio experto de los posibles resultados y compromisos.

La Figura 4 en la página 15 muestra un ejemplo de una herramienta que utiliza el modelado de derrames de hidrocarburos para predecir los impactos de las técnicas de respuesta, ilustra las ventajas y desventajas y las compara con las decisiones informadas acerca de la selección y optimización de la estrategia de respuesta.

La Tabla 1 en la página 15 muestra un resumen de los beneficios y desventajas de las opciones de respuesta comunes a derrames de hidrocarburos en superficie. Se puede encontrar información más detallada en el Apéndice 1 de la página 33.

Figura 4 Ejemplo de datos de una herramienta de modelado de derrames de hidrocarburos



OSRI... Este es un ejemplo ficticio; se han exagerado los resultados para efecto visual.

Tabla 1 Los beneficios y las posibles desventajas de las opciones de respuesta

Opción	Beneficios	Inconvenientes
Dispersante aplicado en superficie costa afuera	Elimina el hidrocarburo en la superficie que podría perjudicar a la fauna e impide que el hidrocarburo se extienda hacia la costa; mejora la biodegradación natural del hidrocarburo y reduce los vapores que se producen en la superficie del mar.	El hidrocarburo disuelto tiene el potencial de afectar inicialmente a la fauna marina local.
Contención y recuperación en el mar	Elimina el hidrocarburo con el mínimo impacto medioambiental.	La recuperación por medios mecánicos puede ser ineficiente, utilizar muchos recursos y verse restringida por las condiciones del agua, y normalmente no logra recuperar más del 10 al 20 % del hidrocarburo.
Quema controlada <i>in situ</i>	Se eliminan rápidamente grandes cantidades de hidrocarburo mediante la combustión controlada <i>in situ</i> .	La combustión presenta un riesgo potencial para la seguridad y una reducción de la calidad del aire en el lugar concreto; los residuos de la combustión pueden ser difíciles de recuperar. La eficacia depende de las características del hidrocarburo y las condiciones del mar.
Limpieza del litoral	Se restaura de forma selectiva el valor medioambiental y social de lugares específicos mediante el uso de una variedad de herramientas.	Los métodos de eliminación agresivos o inapropiados pueden afectar a los ecosistemas y organismos individuales.
Procesos naturales	Se aprovechan procesos naturales para la eliminación del hidrocarburo, incluida la biodegradación, y se evitan las técnicas de limpieza intrusivas que pueden provocar daños adicionales al medio ambiente.	Con la eliminación natural se puede tardar más tiempo en regresar el medio ambiente a su estado anterior al derrame que con otras técnicas de respuesta.

El modelado de derrames de hidrocarburos se puede utilizar para comparar los impactos y las ventajas y desventajas de las diferentes técnicas de respuesta contra una referencia.

Recuadro 2 *Sopesar ventajas y desventajas, algunos ejemplos*

Estos ejemplos ilustran los tipos de comparaciones y ventajas y desventajas que podrían surgir en situaciones de derrames de hidrocarburos. No son indicaciones de alguna solución preferida en la industria, todas las situaciones deben ser consideradas sobre una base individual.

En un ABAN se deben considerar tanto los hábitats como los organismos. Se debe considerar la protección de la fauna silvestre que no tiene la capacidad de nadar o alejarse de la zona impregnada de hidrocarburos, así como de los organismos y comunidades más sensibles, menos abundantes, de más lenta reproducción y recuperación. Se puede brindar una protección prioritaria a los hábitats que son necesarios para apoyar a una variedad de organismos y comunidades que podrían en potencia ser afectados por un derrame de hidrocarburos, y que es más probable que se recuperen más rápidamente si el hábitat es mantenido en gran medida. El ABAN permite la consideración de los ecosistemas como un todo, y guía la selección del enfoque óptimo en las circunstancias.

En algunas jurisdicciones, la protección de los recursos pesqueros y de mariscos amerita una mayor prioridad que las playas de arena recreativas, los embarcaderos y rampas. La protección de los peces y mariscos del riesgo de contaminarse a menudo tiene precedencia sobre la protección de superficies de hormigón o arena firme que se pueden limpiar y restaurar a niveles útiles relativamente rápido.

Las especies de la fauna silvestre pueden en ocasiones ameritar una mayor prioridad que las pesquerías, notablemente en casos donde el rociado de dispersantes reduce la amenaza a las aves marinas a costa de aumentar la exposición temporal de los peces al hidrocarburo. La viabilidad de la mayoría de las poblaciones de peces se ve menos amenazada por la exposición temporal al hidrocarburo dispersado que la amenaza a las poblaciones de aves marinas por las manchas en la superficie.

El uso de dispersantes (especialmente lejos, en costa afuera y mediante aplicación submarina) puede beneficiar y proteger las pesquerías si puede evitar que el hidrocarburo flotante alcance zonas de alta población de peces, reproducción de peces activos o etapas sensibles de la vida. El hidrocarburo se diluirá y se biodegradará en una zona remota y menos poblada en lugar de dejar que las manchas persistentes de hidrocarburo se trasladen a la deriva en la superficie y hacia zonas cercanas a la costa donde especies sensibles pueden estar presentes en grandes cantidades.

Ilustración

En una zona remota con una capacidad de respuesta limitada, un escenario de derrame predice que el hidrocarburo podría impactar una zona de manglares con diversidad biológica en ~24 horas. La profundidad del agua es menor de 20 m. No hay pesquerías de mariscos en la zona, pero grandes cantidades (>500) de aves acuáticas residen.

Un ABAN consideraría los datos, predeciría los resultados y sopesaría las ventajas y desventajas de las opciones de respuesta disponibles, y probablemente encontraría que el rociado rápido de dispersantes, a pesar de las posibles desventajas de rociar en aguas someras y, en potencia, dañar las algas y corales, reduciría el potencial de impacto a largo plazo en las plantas del manglar sensible y reduciría el riesgo de que el hidrocarburo superficial impacte a las aves.

Este ejemplo se basa en el experimento Tropical Oil Pollution Investigations in Coastal Systems (TROPICS) realizado en Panamá (Ballou *et al*, 1989), el cual descubrió que, para un escenario similar, mientras que el rociado de dispersantes en aguas profundas era probablemente la opción de respuesta que ofrecía el mayor beneficio medioambiental neto, cuando este no es posible, rociar en aguas someras y aceptar las ventajas y desventajas de potencial daño al lecho marino y corales sería preferible a no hacer nada y permitir que los manglares se vean afectados.

Etapa 4: Seleccionar las mejores opciones



En esta etapa, se toman en cuenta los datos, los puntos de vista y las ventajas y desventajas para seleccionar la estrategia de respuesta óptima para el escenario de planificación y el impacto prevaleciente.

Antes de un derrame, se definen las estrategias de respuesta para cada una de los escenarios de planificación y se diseñan y desarrollan las capacidades de respuesta en consecuencia. Estas capacidades pueden incluir planes detallados, personal de respuesta competente, acopio de equipos, contratos con organizaciones de respuesta para derrames de hidrocarburos y obtener permisos para técnicas de respuesta específicas a implementarse.

Durante un derrame, esta etapa del proceso de ABAN apoya la implementación y el ajuste de los recursos de la respuesta a medida que cambian las condiciones y apoya las decisiones acerca de cuándo se hayan logrado la respuesta y los criterios de valoración finales.

Optimizar la estrategia de respuesta

El objetivo principal de la planificación y la ejecución de una respuesta es implementar esas técnicas que, en cualquier momento, tengan el mayor beneficio neto.

Ejemplo

En un impacto marino costa afuera, el tratamiento y la recuperación de la cantidad de hidrocarburo más aproximada a la fuente posible, antes de que tenga oportunidad de envejecer y esparcirse, tendrá el mayor beneficio. A medida que el hidrocarburo envejece y se esparce, otras opciones de respuesta serán menos eficaces, aumentando las oportunidades de que más hidrocarburo alcance las zonas sensibles y la costa, y en potencia, cruzar límites y fronteras jurisdiccionales.

Para complementar este enfoque impulsado por prioridades, se pueden implementar otras medidas de respuesta más alejadas de la fuente, que probablemente tengan la mayor oportunidad en esas circunstancias de mejorar los resultados de la respuesta.

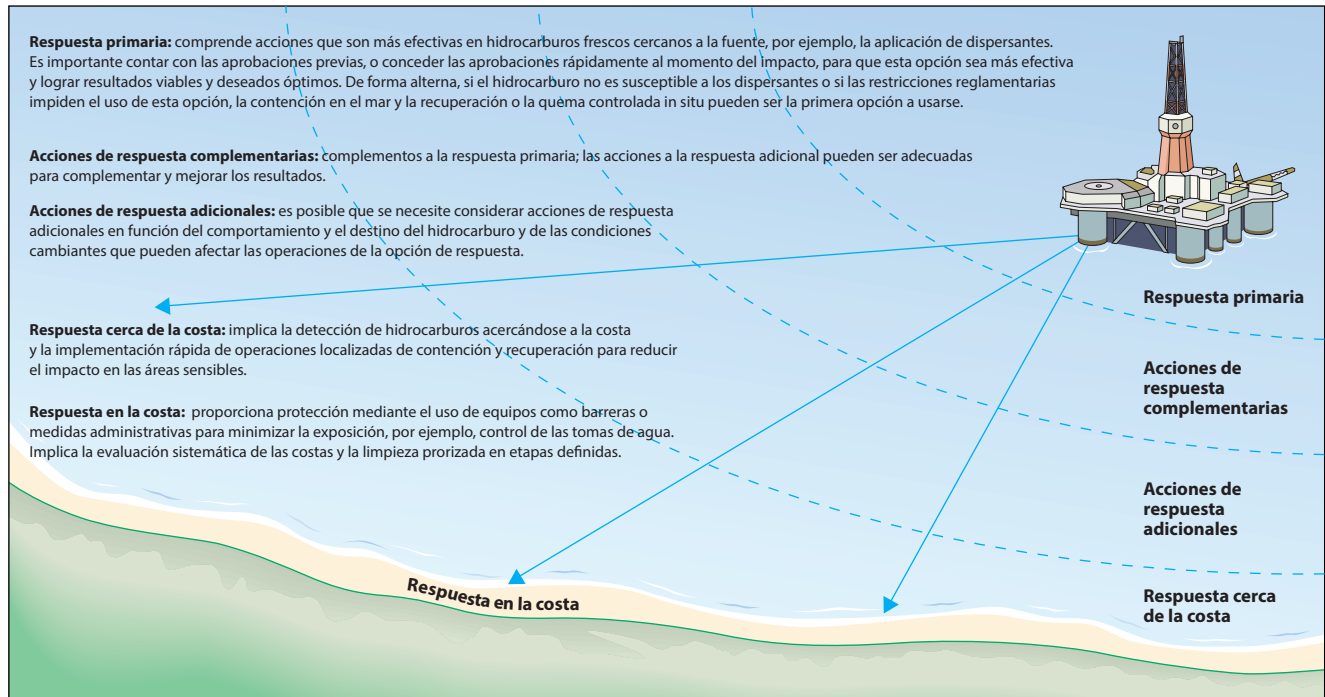
Las operaciones cercanas a la costa se efectuarían en zonas de alta prioridad para reducir impactos potenciales y las medidas de protección en la costa se instaurarían en los sitios donde sea viable su éxito para proteger los sitios prioritarios acordados.

En las costas afectadas, las condiciones de impregnación por hidrocarburos se deben confirmar sistemáticamente, de forma que el personal de respuesta pueda determinar las prioridades para la limpieza y seleccionar las técnicas de limpieza que podrían lograr resultados óptimos al mismo tiempo que minimizar los daños adicionales.

Este enfoque a menudo se conoce como el “cono de respuesta” donde las opciones de respuesta más eficaces y con mayores ventajas se implementan más cerca de la fuente, y las acciones complementarias se realizan en un radio a partir de esta ubicación (ver Figura 5 en la página 18).

A medida que la situación de un derrame de hidrocarburos continúa evolucionando y las medidas de respuesta tienen un efecto positivo, las concentraciones restantes de hidrocarburos continuarán reduciéndose. Para cada parte de la respuesta, hay un momento en el que continuar con una medida particular de respuesta ofrece

Figura 5 Opciones optimizadas de respuesta, en ocasiones llamado “cono de respuesta”



beneficios marginales o ningún beneficio y es necesario finalizarla, y en algunos casos se pueden utilizar otras opciones de respuesta en su lugar.

La aplicación continua de un proceso de ABAN a lo largo de una respuesta permite que los grupos de interés puedan determinar y acordar los criterios de valoración final de manera temprana y sistemática. Esto ayuda a evitar actividades de limpieza no necesarias que podrían provocar efectos nocivos adicionales sobre el medio ambiente.

Por ejemplo, a menudo se llega a un punto, particularmente en una limpieza en la costa, en que la actividad continua de limpieza podría en potencia provocar más daño al medio ambiente que el que surgiría de las concentraciones restantes de hidrocarburos que se dejan para degradarse naturalmente.

Los elementos distintivos de una estrategia de respuesta eficaz informada por el ABAN son:

- tener claridad en los objetivos de la limpieza;
- entender cuándo las medidas que se toman han logrado lo viablemente posible en las circunstancias, y
- conocer cuándo continuar con la limpieza causará en potencia más daño que bien.

¿Cómo se aplica el ABAN?

¿Cómo se aplica el ABAN antes de un derrame?

Durante las etapas iniciales del proceso de planificación para contingencias, se recopilan y se evalúan una amplia serie de datos los cuales se alimentan directamente al proceso de ABAN (ver Apéndice 2). Esto implica definir un grupo equilibrado de situaciones de planificación que colectivamente representen la gama de riesgos por derrames de hidrocarburos y desafíos de la respuesta dentro del alcance de la planificación.

Los escenarios de planificación son una base reconocida de la planificación para contingencias para evaluar los riesgos de derrames de hidrocarburos. En esencia, un escenario abarca la descripción de un evento individual de derrame de hidrocarburos y su evolución prevista, incluyendo:

- el tipo de descarga y las propiedades reales o previstas del hidrocarburo
- la predicción del movimiento, el comportamiento y el destino del hidrocarburo derramado, y
- a identificación de los posibles efectos medioambientales y los posibles efectos socioeconómicos en jurisdicciones que los incluyen en el proceso de ABAN, para evaluar su significado para la protección y respuesta prioritizadas.

Con tal amplitud de las situaciones de planificación para contingencias que se utilizan para las diferentes actividades de la industria del petróleo, no hay una sola medida para el nivel de detalle requerido. Los planificadores para contingencias deben buscar suficientes datos que les permitan participar de manera constructiva con los grupos de interés adecuados en el desarrollo de estrategias de respuesta y en el proceso de ABAN, y que les permita tomar decisiones informadas si se colocan bajo escrutinio posteriormente.

Las situaciones que se desarrollan durante el proceso de planificación para contingencias buscan representar una gama de los posibles eventos de derrames. Sin embargo, incluso las situaciones mejor desarrolladas contienen suposiciones. Por ejemplo, una empresa petrolera que realiza actividades de exploración es posible que no tenga ninguna muestra del hidrocarburo a partir de la cual determinar las propiedades necesarias para realizar el modelado de derrame de hidrocarburos. En dichos casos, es posible que se requiera seleccionar un hidrocarburo análogo de una base de datos, basado en una predicción del posible producto que se vaya a encontrar. Esta predicción puede depender de aquello que se pueda modelar o inferir a partir del análisis de los datos sísmicos o de los datos de reservas cercanas. Este enfoque requiere realizar y documentar una cantidad de suposiciones.

Cuando el proceso de ABAN se realice y se hayan hecho una cantidad de suposiciones de los datos subyacentes, es necesario prestar un cuidado especial para garantizar que la selección de la estrategia se haga teniendo en cuenta la flexibilidad y la adaptabilidad.

Continuando con el ejemplo anterior, donde hay incertidumbre acerca del tipo de hidrocarburo que se podría encontrar, una empresa petrolera puede elegir construir la contención costa afuera y el elemento de recuperación de una estrategia de respuesta alrededor del equipo de *skimming*, el cual se puede adaptar fácilmente para trabajar con la gama de tipos de hidrocarburos que se podrían encontrar.



Los foros que se realizan para facilitar la participación de los grupos de interés durante la planificación y los ejercicios contribuyen a lograr una comunicación y relaciones más eficaces y eficientes.

Para comprender el posible impacto de las suposiciones hechas en los datos subyacentes, es importante que los expertos trabajen con los grupos de interés durante el proceso de ABAN para establecer un entendimiento común, alineación y consenso de las formas en que se puede realizar el mayor beneficio medioambiental neto para un escenario de un derrame determinado.

Durante el proceso de planificación para contingencias, hay suficiente tiempo para permitir la participación de los numerosos grupos de interés y para considerar las ventajas y desventajas basadas en objetividad científica y sin las reacciones emotivas que pueden en ocasiones influir la imparcialidad de la toma de decisiones durante un derrame.

El uso eficaz del proceso de ABAN antes de un derrame apoya el acuerdo anticipado acerca de las opciones de respuesta, incluyendo la obtención de permisos formales, condicionales o menos formales de parte de los organismos reglamentarios, en caso de necesitarse. Esto significa que en el caso de un impacto de derrame, las suposiciones subyacentes utilizadas en el ABAN original se pueden validar, y las técnicas previamente aprobadas se pueden implementar con una mínima demora.

Table 2 Ejemplos de escenarios de planificación, estrategias de respuesta y consideraciones del ABAN que pueden ser aplicables en diferentes circunstancias

Contexto operativo: instalaciones de tanques de almacenamiento de crudo en tierra	
Escenario de planificación 1:	El hidrocarburo se derrama en una zona aislada y es contenido.
Estrategia de respuesta:	La estrategia se define de manera clara y sencilla, abarcando todo el calendario de la situación de planificación. Requiere técnicas limitadas, por ejemplo, bombear y almacenar temporalmente con recursos <i>in situ</i> para la remoción mecánica/física y el comando del impacto.
Consideraciones del ABAN:	Los grupos de interés se limitan al personal de las instalaciones; las sensibilidades son mínimas y conocidas. Hay un alcance limitado para consideraciones adicionales del ABAN durante una respuesta, comparadas con las ya efectuadas en la fase de preparación.
Situación de planificación 2:	El derrame inunda una zona aislada, alcanza una zona circundante más allá de los límites del sitio e ingresa a un curso de agua.
Estrategia de respuesta:	La estrategia implica una combinación de técnicas de respuesta en tierra, por ejemplo, colocación de barreras para minimizar la distribución adicional, bombeado del hidrocarburo libre flotante y la remoción física cuidadosa de la superficie del suelo y la orillas del río.
Consideraciones del ABAN:	Será necesaria la participación de una amplia gama de grupos de interés, incluidos los organismos normativos y las comunidades locales. Puede ser necesaria la consideración de una variedad de recursos medioambientales y las sensibilidades más importantes desde el punto de vista socioeconómico para la protección prioritaria y la limpieza adecuada.
Contexto operativo: oleoducto de crudo por tierra que atraviesa fronteras nacionales	
Escenarios de planificación:	Participan varios escenarios representativos, que incluyen estaciones de bombeo del oleoducto, área de almacenamiento intermedio, terminales, etc. y eventos de derrames de hidrocarburos que podrían afectar ríos y cuerpos de agua, zonas urbana/industrial y zonas agrícolas, de recreación y de importancia ecológica.
Estrategia de respuesta:	Estrategia de respuesta global de alto nivel para el oleoducto con planificación genérica para diferentes situaciones y planificación de respuesta adicional específica al sitio y estrategias para las áreas de prioridad identificadas. Incluye una serie de técnicas de respuesta adecuadas para entornos terrestres y acuáticos.
Consideraciones del ABAN:	Hay grandes sensibilidades socioeconómicas y medioambientales. Hay una necesidad potencial de una serie particularmente alta de participación de los grupos de interés, dirigiendo las consideraciones del ABAN a apoyar las decisiones de respuesta adecuadas para el oleoducto en general y para ubicaciones específicas al sitio.

¿Cómo se aplica el ABAN durante un derrame?

Cuando ocurre un derrame, la velocidad para seleccionar y optimizar una estrategia de respuesta e implementar los recursos de la respuesta es un factor crítico para el éxito.

El proceso de ABAN que se realiza durante un derrame es el mismo que se realiza durante la fase de planificación; sin embargo, solo hay un escenario que abordar, y las condiciones conocidas del impacto significan que algunas incertidumbres se reducen; por ejemplo el tipo y la cantidad de producto liberado generalmente se pueden averiguar rápidamente, y el personal de respuesta puede obtener acceso y predecir las condiciones meteorológicas y oceanográficas, lo que significa que los efectos potenciales del derrame se pueden predecir con un alto grado de confianza.

Sin embargo, debido a la presión del tiempo durante un derrame, se requiere tomar las decisiones rápidamente, en ocasiones usando datos incompletos. En todos los derrames, excepto en los más prolongados, la recopilación de datos significativos adicionales, por ejemplo, acerca de las sensibilidades más importantes desde el punto de vista ecológico o socioeconómico, no es probable que resulte práctico dentro del marco temporal disponible.

Incluso para derrames donde se ha realizado la planificación para contingencias y han participado los grupos de interés durante todo el proceso, los elementos específicos del impacto pueden afectar y cambiar las prioridades anteriormente acordadas para la protección o las ventajas y desventajas aceptables.

Durante un derrame, el proceso de ABAN es cíclico, y se repite a medida que los datos se vuelven disponibles o se actualizan, o a medida que las condiciones evolucionan. Por ejemplo, la vigilancia, el modelado y la visualización del derrame y las actividades de respuesta crean datos que se incorporan al proceso de ABAN. Esto se utiliza para apoyar la validación o el ajuste de la estrategia de respuesta y, en última instancia, para definir los criterios de valoración finales.

Derrames en los que se ha realizado planificación para contingencias

Para derrames en los que se haya realizado la planificación para contingencias y los grupos de interés hayan aprobado previamente las opciones de respuesta, el punto inicial para montar una respuesta es lograr la mejor combinación entre los elementos específicos del derrame y la situación de planificación más representativa.

Cuando el derrame coincide cercanamente con una situación de planificación, las suposiciones y los parámetros subyacentes de la situación de planificación y el ABAN subsecuente se pueden validar, permitiendo que las estrategias de respuestas aprobadas previamente se implementen rápidamente.

En las primeras etapas del derrame, la vigilancia y el modelado de la trayectoria usando las condiciones meteorológicas y oceanográficas reales y pronosticadas permiten hacer una predicción con relativamente alta confianza de la zona geográfica que probablemente sea afectada por un derrame. A partir de esta información, se puede confirmar la priorización de los recursos sensibles con los grupos de interés, mientras que los recursos de la respuesta se pueden implementar de la forma recomendada en la estrategia de respuesta.

Por ejemplo, donde el hidrocarburo derramado es sensible a dispersantes y/o a la quema controlada *in situ*, la capacidad de movilizar los recursos sin demora, basado en las condiciones aprobadas previamente con los grupos de interés y organismos reglamentarios, maximiza la eficacia de estas técnicas para contribuir al mayor beneficio medioambiental neto. La demora en implementar el dispersante o realizar las quemas *in situ* mientras se procuran las aprobaciones, puede ocasionar que se pierda la ventana de oportunidad y que se tengan que emplear otras técnicas, menos efectivas, en su lugar, causando un menor beneficio medioambiental neto.

Si ocurre un derrame significativamente diferente a cualquiera de los escenarios de planificación, se revisarán los resultados del ABAN para la situación más representativa, usando datos empíricos del derrame. Los grupos de interés ya estarán familiarizados con gran parte de la información subyacente, lo cual facilitará el proceso de actualización del ABAN y de tomar una nueva determinación de la estrategia de respuesta óptima que se debe tomar.

Derrames en los que no se ha realizado planificación para contingencias

En los derrames para los cuales se ha realizado una planificación limitada para contingencias o ninguna, el papel del ABAN al seleccionar las estrategias de respuesta no cambia; sin embargo, se debe realizar el proceso durante un entorno presionado por el tiempo, y la calidad de los resultados puede verse afectada por la limitada disponibilidad de los datos en los cuales basar las decisiones. Sin embargo, aún hay una cantidad confiable y sustancial de conocimiento y experiencia previos de la forma en que los derrames de hidrocarburos pueden potencialmente afectar el medio ambiente y la forma en que las diferentes opciones de respuesta pueden ofrecer beneficios en una variedad de circunstancias.

Dado que es posible que existan datos muy limitados para informar al proceso de ABAN, se puede seleccionar la estrategia de respuesta sobre la base de implementar rápidamente las opciones de respuesta disponibles, las cuales es posible que sean eficaces, viables y permitidas por los reglamentos, de forma que no se demore la respuesta. La selección de la estrategia de respuesta debe depender fuertemente del juicio profesional de los especialistas en respuestas y en los grupos de interés informados en cuanto a cuáles opciones darán como resultado el mayor beneficio medioambiental neto. Posteriormente, una vez que los datos adicionales sean asimilados, se puede realizar un ABAN más detallado y ajustarse la estrategia de respuesta inicial.

En un derrame con una planificación previa limitada, el modelado de la trayectoria generalmente todavía se puede realizar con un grado de confianza; sin embargo, puede haber limitaciones en la disponibilidad y la calidad de la información acerca de la sensibilidad, incrementando así de manera potencial la subjetividad de la predicción del impacto del derrame, y en la priorización de los sitios sensibles para protección.

En dichas circunstancias, la participación de los principales grupos de interés, en particular, la autoridad normativa y otra autoridad competente, es crítica para que las decisiones se tomen rápidamente. Alcanzar el consenso durante un derrame acerca de las prioridades para protección y sopesar adecuadamente las ventajas y desventajas es desafiante si no se cuenta con planes de contingencia o si los grupos de interés no participan en el proceso de planificación para contingencias.

En estas circunstancias, es importante que la falta de datos disponibles no demore la selección y la implementación de la estrategia de respuesta. Las demoras en la toma de decisiones pueden dar como resultado que se implementen técnicas de respuesta menos que óptimas; por ejemplo, en los días iniciales de un derrame, la ventana de oportunidad puede pasar rápidamente, limitando las opciones de respuesta a aquellas que pueden dar como resultado un menor beneficio medioambiental neto.

En algunas circunstancias, no resulta práctico realizar una planificación para contingencias detallada para toda la zona geográfica donde un derrame puede ocurrir. Por ejemplo, al realizar la planificación para contingencias para derrames cuyas fuentes sean barcos, que pueden involucrar rutas de envío de cientos o miles de millas de longitud, no sería viable recopilar información detallada acerca de la sensibilidad para cada ubicación a lo largo de la ruta. A menos que las normas predominantes a nivel local dicten lo contrario, es una práctica común que los planificadores hagan suposiciones del ABAN generalizados y mantengan el acceso a una serie de capacidades de respuesta que abarcan una amplia variedad de posibles circunstancias. Al principio de un impacto de derrame de hidrocarburos, se realiza una rápida evaluación de las circunstancias específicas bajo

Recuadro 3 *Respuesta al impacto del Torrey Canyon, 1967*

El derrame del *Torrey Canyon* ocurrió en el suroeste de Inglaterra en 1967, y provocó una fuerte impregnación de hidrocarburos de una cantidad de costas, principalmente del Reino Unido y Francia.

Se aplicaron agentes químicos que no se usarían hoy en sitios de la costa rocosa donde tuvieron poco impacto positivo sobre el hidrocarburo, pero un importante efecto negativo en las lapas y otros recursos costeros.

La recuperación biológica de las costas rocosas afectadas por el impacto fue mayor que en otros sitios donde se utilizaron otros métodos de limpieza menos intensivos (Southward y Southward, 1978).

Se aprendieron numerosas lecciones de la respuesta al impacto del *Torrey Canyon*, incluida la forma en que el hidrocarburo puede afectar los hábitats costeros, cuáles métodos de limpieza son eficaces para diferentes tipos de costas y condiciones de impregnación de hidrocarburos y seleccionar las técnicas más apropiadas.

La respuesta al impacto del *Torrey Canyon* precede al proceso de ABAN moderno. Ilustra la forma en que la falta de comprensión de los impactos posibles del hidrocarburo y las técnicas de limpieza adecuadas evitaron que se tomaran las decisiones de respuesta acertadas, comprometiendo severamente la selección de una estrategia de respuesta para optimizar un beneficio medioambiental neto general.

consideración y se implementan de manera rápida y flexible las estrategias de respuesta seleccionadas previamente.

Determinar los criterios de evaluación final de la respuesta

El proceso de ABAN apoya la definición de los criterios de evaluación finales de la respuesta al continuar abordando los datos generados través del monitoreo continuo de la eficacia de la respuesta y las condiciones cambiantes.

La respuesta y los puntos se definen como los criterios específicos asignados a una zona geográfica definida (por ejemplo, un segmento de una costa impregnada de hidrocarburos) los cuales indican cuándo se hayan finalizado los esfuerzos suficientes de tratamiento.

Las cuatro etapas del proceso de ABAN apoyan la determinación de los criterios de evaluación final de la respuesta por medio de:

- **Compilar y evaluar datos** de los programas de monitoreo (por ejemplo, SMART⁴, SCAT⁵), y al evaluar las implicaciones de cualquier requisito o límite normativo.
- **Predecir los resultados**, es decir, comparar los efectos de la “medida de no respuesta” contra las diferentes combinaciones de continuar/adaptar las opciones de respuesta.
- **Sopesar ventajas y desventajas** de las opciones de respuesta, especialmente considerando si la limpieza continua activa puede haber reducido la eficacia y causado impactos medioambientales desfavorables.
- **Seleccionar la mejor opción** al definir el punto en el cual debe cesar la respuesta activa.

Cuando se alcanzan los criterios de valoración finales, los procesos naturales continúan y puede ser apropiado un programa de monitoreo para dar seguimiento a las condiciones actuales.

⁴ SMART (por sus siglas en ingles) = Monitoreo especial de tecnologías de respuesta aplicadas

⁵ SCAT (por sus siglas en ingles) = Técnica de evaluación de la limpieza de costas

Estudios de casos

Estudio de caso 1: ¿Cómo se ha aplicado el ABAN durante derrames de barcos?

Este estudio de caso compara las respuestas a dos incidentes mayores que involucran a buques tanque con hidrocarburo crudo, cada uno de los cuales encalló a la entrada de importantes puertos en condiciones de fuertes vientos y fuerte oleaje, derramando aproximadamente de 30.000 a 70.000 toneladas de crudo, respectivamente. En el primer impacto, no había un plan de contingencia y, por lo tanto, no había ningún proceso de ABAN establecido; esto se compara con el segundo impacto para el cual había un ABAN establecido y un plan de contingencias para derrames de hidrocarburos.

El impacto del *Tasman Spirit*

La importancia de considerar los pros y los contras de diferentes estrategias de respuesta y preparar su utilización antes de un impacto verdadero se destacan por un impacto que ocurrió frente a las costas de Karachi, Pakistán, en julio de 2003. El buque tanque cargado, *Tasman Spirit* encalló fuera de la entrada del puerto de Karachi. Los esfuerzos por poner de nuevo a flote al petrolero fracasaron y, antes de que fuera posible retirar todo el hidrocarburo, la estructura del buque empezó a romperse, causando un derrame de alrededor de 27.000 millones de toneladas de crudo.



El Tasman Spirit encalló a la entrada del puerto de Karachi, Pakistán en julio de 2003.

Pakistán había ratificado el Convenio OPRC pero no contaba con un plan nacional de contingencia (PNC) vigente al momento del impacto. Por lo tanto, los enfoques del ABAN no eran parte del proceso de toma de decisiones previo a un derrame. Las autoridades nacionales recibieron críticas por su falta de preparación, pero se montó una respuesta en conjunto con el propietario del buque y sus aseguradores de protección e indemnización, con la asistencia del propietario de la carga, que era local.

La gravedad del impacto, la presencia de vientos monzónicos y el potencial de que el hidrocarburo alcanzara el delta del río Indo, una extensa zona de manglares e importante criadero de peces, garantizaba una evaluación del ABAN para el uso de dispersantes. Pakistán no contaba con planes para el uso de dispersantes, y fue necesario buscar aprobación de una forma ad hoc para llevar la aeronave con dispersante desde Singapur y suministros de dispersantes desde el Reino Unido. El buque se rompió la noche antes de que la aeronave llegara y se aplicaron dispersantes al hidrocarburo flotante el día siguiente. Debido a las aguas someras y a la proximidad del buque a la costa, fue necesario aplicar los principios del ABAN constantemente para evaluar si la aplicación de dispersantes ofrecería un beneficio medioambiental neto. Después de algunas salidas de vuelos, se finalizó el rociado de dispersante ya que

la mayoría del hidrocarburo estaba fugando desde debajo de la línea del agua y se estaba dispersando de manera natural. También quedaba claro que el hidrocarburo encallado contra la playa no se desplazaría hacia el delta del río Indo, ya que el tamaño del grano del sedimento atrapó de manera eficaz el hidrocarburo de la playa.

El propietario del buque también dispuso que se llevaran barreras y skimmers por aire a Pakistán para ayudar a las autoridades. En cuanto a la aprobación para el uso de dispersantes, el despacho de aduana se logró de una manera ad hoc, pero causó algunas demoras, tanto al llevar el equipo como, en particular, al tratar de regresarlo después de la respuesta. Los intentos de implementar el equipo se vieron obstaculizados por un apoyo logístico local inadecuado, y gran parte del equipo llevado a Pakistán no se pudo usar eficazmente.

La carencia de un plan de contingencia eficaz que sustentara los principios del ABAN significó que se perdiera la oportunidad para comprometer a los grupos de interés en la planificación para impacto como este. Debido a que la responsabilidad de la toma de decisiones de las diferentes autoridades locales y nacionales de Pakistán no estaba claro, las decisiones acerca de las estrategias de respuesta para utilizarse se tomaron junto con las autoridades de una forma *ad hoc*. Fue necesario realizar el ABAN sobre la base del conocimiento existente de la zona y la experiencia previa en el uso de diferentes estrategias de respuesta.

El impacto del *Sea Empress*

En contraste con el impacto del *Tasman Spirit*, el varamiento del buque tanque *Sea Empress* sucedió en las aguas de un estado costero miembro de la Unión Europea que cuenta con enfoques del ABAN integrados en el proceso de toma de decisiones. El impacto del *Sea Empress* sucedió en aguas del Reino Unido el 15 de febrero de 1996 (SEEEC, 1998) y ofrece un útil estudio de caso para la forma en que un enfoque del ABAN integrado puede minimizar el impacto de un derrame importante de crudo de un buque tanque.



OSRL

El Sea Empress encalló en la entrada a Milford Haven Waterway en Pembrokeshire, Gales el 15 de febrero de 1996.

Se derramó el hidrocarburo durante un período de siete días e, inicialmente, se combinaron los vientos y las mareas para extraer el hidrocarburo al mar. Debido a que el uso de dispersantes es parte del NCP, las propiedades del hidrocarburo derramado se habían caracterizado con anterioridad al derrame. Por lo tanto, las autoridades sabían que en los vientos de fuerza 4-6, el crudo sería susceptible de ser dispersado hacia la columna de agua al aplicarse al crudo recién derramado durante las primeras 48 horas o más en la superficie del mar.

En estas condiciones del mar, la autoridad nacional determinó que no era probable que la recuperación mecánica recuperara más del 5 al 10% del hidrocarburo derramado; en la práctica, solo del 1 al 3% del hidrocarburo derramado se recuperó en el mar (SEEEC, 1998; Lunel *et al*, 1996). La quema del hidrocarburo en el mar no era una opción que se considerara bajo el PNC del Reino Unido. A través del modelado, se determinó que los vientos y las mareas trasladarían el hidrocarburo dispersado a la columna de agua al mar donde la profundidad del agua era mayor de 20 m.

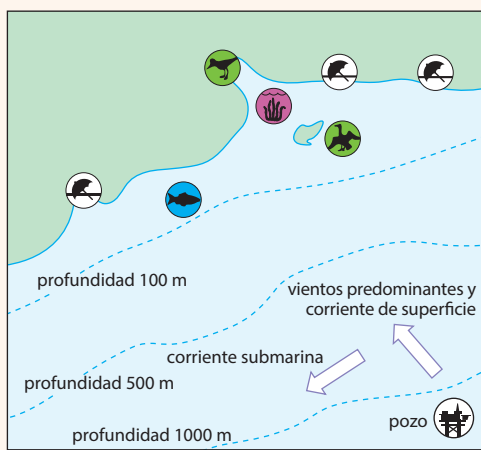
La autoridad nacional decidió que hay un beneficio medioambiental neto al montarse una operación rápida de rociado con dispersante, basándose en el hecho de que las concentraciones de hidrocarburo dispersado se diluirían rápidamente, mientras que, de permitirse la emulsificación en la superficie del mar, la mancha de hidrocarburo en la superficie podría incrementar el volumen de cuatro a cinco veces. El ABAN de la autoridad sugería que, como resultado de la emulsificación del hidrocarburo que no pudiera recuperarse antes de que el viento cambiara de dirección, había una alta probabilidad de en caso de depender únicamente de la recuperación mecánica, el hidrocarburo persistiría en la superficie del mar como una mancha de alrededor de 100.000 toneladas, y llegaría a la costa cuando los vientos cambiaran dirección en el plazo de una semana. El ABAN determinó que el impacto medioambiental y económico de más de 100.000 toneladas de emulsión de agua en aceite que llegara a la costa sobrepasaba ampliamente el impacto local potencial de dispersar 28.000 toneladas de hidrocarburo crudo hacia aguas de profundidad mayor a los 20 m (Lunel *et al*, 1996). Como resultado del tipo de hidrocarburo, las condiciones meteorológicas predominantes y la temprana movilización de una operación de dispersante para rociar 445 toneladas de dispersante, únicamente del 2 al 6% del hidrocarburo derramado se vararía en la costa (SEEEC, 1998; Lunel *et al*, 1996).

Resumen

La comparación de los estudios de casos del *Sea Empress* y el *Tasman Spirit* ilustran la forma en que un enfoque del ABAN integrado en el plan nacional de contingencia juega un papel importante al permitir a la autoridad nacional bien preparada reducir de manera eficaz el impacto medioambiental y económico de manera significativa en el caso de un impacto de un buque tanque.

Estudio de caso 2: ¿Cómo se puede utilizar el ABAN para justificar la inyección de dispersantes bajo la superficie del mar?

AUn pozo de exploración sufre pérdida de control incluyendo la falla del preventor de reventones. Se liberan hidrocarburo crudo y gas, estimándose el flujo del hidrocarburo en 3000 m³ (19.000 bbls) diarios.



- El pozo se encuentra a una profundidad de 1100 m.
- Las manchas de hidrocarburo que surgen a la superficie se encuentran a la deriva hacia la costa bajo la influencia de un viento predominante de 15 nudos y corriente de superficie.
- La corriente submarina corre paralela a la costa.
- La altura de las olas es de aproximadamente 1,5 m.
- Hay zonas de pesca cerca de la costa y lechos de algas en aguas poco profundas.
- Entre los recursos costeros que podrían afectarse por el hidrocarburo se encuentran una marisma estuarina que alberga una gran población de aves acuáticas. Una isla costa afuera alberga una colonia de aves marinas. Hay tres populares complejos turísticos cercanos.

Resumen del ABAN

Evaluar los datos

Sin ninguna intervención, y bajo las condiciones predominantes, el modelado predice una probabilidad del 80% de que el hidrocarburo derramado que surge a la superficie podría alcanzar la costa, y que el hidrocarburo alcanzaría la costa después de 4 días. Durante este tiempo, el hidrocarburo derramado envejecería y se emulsionaría progresivamente. El volumen del hidrocarburo derramado disminuiría inicialmente debido a la pérdida por evaporación, pero después aumentaría debido a la emulsificación. Esto ocasionaría que hasta 10.000 m³ al día de hidrocarburo emulsionado amenazaría la costa después de 4 días. El gas liberado dentro de los fluidos del pozo se disolvería antes de alcanzar la superficie.

Predecir los resultados

Las sensibilidades alrededor de la costa y en la costa son muy altas y su protección contra el hidrocarburo daría como resultado un gran beneficio medioambiental. La marisma estuarina es biológicamente productiva y es difícil de proteger con barreras o de limpiar en caso de impregnarse con el hidrocarburo. La colonia de aves marinas no incluye especies amenazadas, pero aumenta la atracción de turistas a la zona, con excursiones en botes a diario. Los complejos turísticos son una parte importante de la economía regional, que dependen de las populares playas de arena y deportes acuáticos. El turismo es estacional, pero esta situación sucede en la principal temporada. La amenaza a las playas podría provocar una interrupción inmediata e importante y tiene el potencial de dañar la confianza en la zona y de reducir las reservaciones en el futuro. La pesquería en la costa tiene importancia local, pero es económicamente pequeña en relación con el turismo.

Sopesar ventajas y desventajas

La contención en el mar y la quema *in situ* no podrían enfrentar la cantidad del hidrocarburo derramado en el tiempo disponible. El rociado de dispersante en superficie es posible, el hidrocarburo crudo ha demostrado mediante pruebas que es susceptible al uso de dispersante antes de emulsionarse, con una ventana de oportunidad de alrededor de 24 horas. Las condiciones predominantes con olas de 1,5 metros de altura y vientos de 15 nudos son propicias para el uso del dispersante. Sin embargo, el hidrocarburo que surge a la superficie se extendería y se fragmentaría rápidamente, lo que representaría problemas para identificar y encontrar el hidrocarburo flotante incluso usando una combinación de embarcaciones y sistemas aéreos. Se necesitaría aplicar aproximadamente 150 m³ de dispersante al día, basado en una relación de dispersante-hidrocarburo (DOR, por sus siglas en inglés) de 1:20. Se dispone de un sistema de aplicación aérea antes de 24 horas, con capacidad de aplicar hasta 100 m³ de dispersante al día. La primera respuesta está disponible desde una embarcación de espera con un sistema de rociado para botes y existencia de 5 m³ de dispersante.

Movilizar un sistema de inyección de dispersante bajo la superficie del mar como parte de una respuesta de sellado permitiría comenzar el tratamiento en un plazo de siete días, con suministro de dispersante de la reserva global. La inyección en la boca del pozo aumentaría ampliamente la operación de focalización del dispersante y el volumen del hidrocarburo que se dispersa. El DOR podría disminuir a 1:50 o menos, reduciendo el volumen de dispersante utilizado al día en más el 50%. La aplicación de dispersante en superficie podría entonces reducirse generalmente, y posiblemente restringirse a la zona alrededor de la boca del pozo, de ser necesario, para reducir los COV a niveles de trabajo seguros para los trabajadores a bordo de embarcaciones cercanos que participan en actividades de control de la fuente.

En este estudio de caso, se asume que la mejora del hidrocarburo dispersado bajo la superficie del mar a través de la inyección de dispersante plantearía un mayor riesgo a la vida marina en un radio de unos cuantos kilómetros desde la ubicación del pozo. Sin embargo, la dilución del hidrocarburo dispersado (i) reduciría las concentraciones a los niveles de toxicidad menores a los previstos en la zona más amplia, (ii) mejoraría la biodegradación y (iii) mitigaría ampliamente la impregnación bruta de hidrocarburos de la zona costera sensible.

Se prevé que el pozo podría ser sellado en un plazo de 15 días.

Seleccionar las mejores opciones

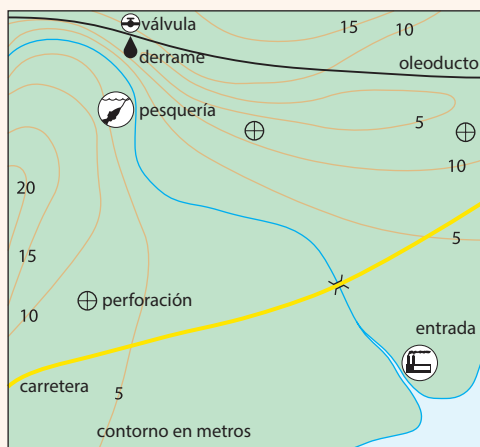
El uso inicial de dispersante en la superficie sobre el hidrocarburo derramado flotante, seguido de una inyección bajo la superficie del mar tan pronto como pueda ser movilizado resultaría eficaz y sería la herramienta de respuesta primaria.

Las operaciones de contención y recuperación en la costa y cerca de la costa se movilizarían y focalizarían alrededor de las áreas sensibles desde el punto de vista ecológico.

La evaluación y limpieza de la costa se efectuaría en las costas contaminadas.

Estudio de caso 3: ¿Cómo se podría utilizar el ABAN en un derrame de oleoductos en tierra?

Un oleoducto elevado que transporta hidrocarburo crudo sufre daños en una válvula de bloqueo que causa que aproximadamente 100 m³ de hidrocarburo impacten el terreno. El sistema de advertencia de presión del oleoducto falló; un granjero local alertó a la empresa encargada del oleoducto.



- El oleoducto está por encima del nivel del suelo.
- Se ubica en una zona rural remota de difícil acceso.
- El uso de la tierra en los alrededores es principalmente agrícola.
- Se usan perforaciones para extraer agua subterránea para irrigar los cultivos.
- La geología subyacente es predominantemente de arcilla en la naturaleza.
- Hay un río de flujo lento a 200 metros colina abajo, con pesca de salmón de alto valor.
- El puerto está a 6 km corriente abajo del río con tomas de agua para uso industrial.

Resumen del ABAN

Evaluar los datos

Sin ninguna intervención, el modelado predice una alta probabilidad (>80%) de que el río sea afectado en un plazo de 3 días y que las aguas subterráneas se contaminen por penetración vertical en aproximadamente 2 días.

Las poblaciones de pesquerías son de alto valor económico para la región gracias a la pesca turística local e internacional. Los cultivos arables son de un rendimiento y valor relativamente bajos en la zona.

Predecir los resultados posibles y evaluar las opciones de respuesta posibles

Los cultivos agrícolas podrían contaminarse, pero con un plan de acciones correctivas estricto, los cultivos posteriores no se verían seriamente afectados a largo plazo (>3 años). La vida en el río podría verse afectada a corto plazo, y también a largo plazo si el hidrocarburo llegara a contaminar el curso de agua. La pesquería de salmón sería afectada durante >5 años debido a la pérdida de hábitat y a la continua lenta liberación de hidrocarburo en el río desde el terreno subyacente y limitrofe.

Una estrategia de respuesta primaria debería ser la proteger al río de la contaminación para garantizar la supervivencia a largo plazo de la pesquería de salmón y proteger los beneficios económicos y medioambientales. Limitar la contaminación del suelo también reduciría cualquier impacto potencial en los cultivos y el ganado a corto y largo plazos.

Una opción de *acumulación* cubriría una superficie de ~8 m² a un espesor promedio de 1,5 m y una opción de *esparcimiento* cubriría una superficie de ~140 m² a un espesor promedio de 0,5 cm.

Sopesar ventajas y desventajas

Opción 1 de la estrategia de respuesta (acumulación): Dirigir el hidrocarburo a una depresión natural entre el oleoducto y el río donde se pueda acumular a una capa de dos metros. Esto permitiría la contención rápida del hidrocarburo, lo cual afectaría una menor superficie y sería fácil de remover mecánicamente, con un menor impacto potencial en los cultivos/ganado. También daría como resultado que se afectaría un menor volumen de suelo que requeriría tratamiento a largo plazo.

Opción 2 de la estrategia de respuesta (esparcimiento): Permitir el esparcimiento del hidrocarburo en una capa delgada sobre una zona mayor de terreno cerca del oleoducto dañado. Esta opción tiene menos probabilidad de afectar el agua de la superficie y las pesquerías asociadas, y puede reducir el impacto potencial en los pozos de irrigación agrícola cercanos y el agua subterránea. También sirve para proteger el hábitat del río y reduce la necesidad de acciones correctivas y monitoreo prolongados del agua subterránea.

Seleccionar las mejores opciones

Los puntos de vista y las prioridades de los grupos de interés prevalecieron, es decir, contener los impactos del derrame en la menor área posible, limitar el daño a los cultivos y el ganado y minimizar el volumen del suelo que se debe tratar. Por lo tanto, se seleccionó la *acumulación* como la opción preferida. El principal inconveniente de este enfoque fue un mayor riesgo de que el producto permeara el suelo y, potencialmente, alcanzara las aguas subterráneas. Para mitigar esto, se estableció una capacidad de respuesta para recubrir rápidamente el producto acumulado, empezando en un plazo de 48 horas; el suelo afectado sería tratado *in situ* y se estableció un plan de monitoreo de las aguas subterráneas.

Participación de los grupos de interés

Los derrames de hidrocarburos pueden en potencia afectar una gama diversa de recursos sensibles desde el punto de vista medioambiental y socioeconómico. Es importante considerar cuáles organismos normativos, asesores reglamentarios y otros grupos de interés necesitan participar durante el proceso de planificación para contingencias y/o durante la respuesta a un evento de derrame de hidrocarburos. Generalmente, entre los grupos de interés se pueden incluir:

- la parte responsable;
- agencias gubernamentales;
- partes y comunidades potencialmente afectadas;
- expertos en la materia, y
- el primer personal de respuesta y las organizaciones de respuesta.

Los planificadores para contingencias y el personal de respuesta deben establecer una estrategia de participación de los grupos de interés para definir la participación de los grupos de interés y su nivel de aportación en diferentes momentos. A menudo, esto es impulsado por los requisitos normativos de la planificación y/o la respuesta. La interacción eficaz y oportuna se debe adherir a los siguientes principios:

- líneas de comunicación abiertas;
- toma de decisiones transparente;
- aclaración de las políticas (o políticas claras respecto de las opciones de respuesta), y
- expectativas realistas de los resultados de la respuesta.

La industria debe buscar lo siguiente de los organismos normativos designados:

- Estrategias de respuesta aprobadas previamente para responder a un derrame lo más rápida y eficazmente posible. Considerar:
 - los requisitos de aprobación de dispersantes;
 - los requisitos de aprobación para la quema *in situ*, y
 - los recursos o suministros de respuesta en reserva para agilizar su disponibilidad
- Ayuda a superar los obstáculos durante una respuesta mediante:
 - toma de decisiones rápida e imparcial;
 - intercambio de información objetiva, y
 - movilización de las capacidades de respuesta para incluir la expedición de las transferencias transfronterizas de personas y equipos.
- El aprovechamiento de los conocimientos antes y durante un derrame a través de:
 - funciones y responsabilidades claramente definidos previamente, y
 - el nombramiento de la autoridad operativa únicamente para las partes de la respuesta adecuadas, eliminando así las distracciones.

Conclusión

El proceso de desarrollo de una estrategia de respuesta óptima usando el análisis de beneficios medioambientales netos ha continuado evolucionando desde su adopción como concepto durante la respuesta a derrames en la década de 1980.

Esta Guía de Buenas Prácticas ilustra la forma en que un proceso sistemático de análisis de beneficios medioambientales netos puede:

- establecer un entendimiento de los posibles efectos de un derrame en diferentes entornos y otros recursos;
- ayudar a seleccionar y desarrollar varias opciones de respuesta, y
- abordar las diferentes ventajas y desventajas que pueden ser necesarias para lograr la estrategia de respuesta óptima.

Esta Guía también destaca la importancia continua del proceso de ABAN una vez que una respuesta está en marcha, para monitorear la eficacia de las actividades de respuesta y definir los criterios de valoración finales.

Los elementos distintivos de una respuesta bien gestionada incluyen:

- seguridad en el primer plano;
- el ABAN se aborda regularmente a medida que la situación evoluciona;
- la estrategia de respuesta se optimiza a través de un equilibrio de las técnicas de respuesta;
- el gobierno y la industria colaboran de manera cooperativa, y
- una comunicación eficaz, oportuna y transparente.

Aplicado correctamente, el ABAN ofrece las bases para una estrategia de respuesta eficaz que logra el deseo generalizado de proteger las vidas humanas y conservar el bienestar del medio ambiente y la comunidad durante eventos de derrames.

Apéndice 1: Opciones de respuesta

Opción de respuesta	Beneficios		Inconvenientes	
Eliminación natural	<ul style="list-style-type: none"> Ninguna técnica de eliminación o limpieza que pudiera dañar adicionalmente al medio ambiente. Complementa otras técnicas de respuesta. Las observaciones y los datos obtenidos del monitoreo informan las decisiones de la respuesta y la selección de la herramienta. Puede ser la mejor opción si hay poca o ninguna amenaza al bienestar de las personas o el medio ambiente. Al utilizarse en ciertas zonas y condiciones, el medio ambiente se puede recuperar de un derrame de manera más eficaz que utilizando otras herramientas de respuesta. 		<ul style="list-style-type: none"> El hidrocarburo no se puede eliminar. Los vientos y la corrientes pueden cambiar, enviando el derrame de hidrocarburos hacia zonas sensibles. El hidrocarburo residual puede impactar la ecología, la fauna y los recursos de importancia económica de la costa. La percepción pública de que el personal de respuesta no hace nada. 	
Dispersante: aplicación en superficie	<ul style="list-style-type: none"> Menor mano de obra y requisitos logísticos que otras técnicas de respuesta. Se pueden aplicar en una amplia gama de condiciones climáticas. Mayor tasa de encuentro comparado con otras opciones en superficie. 	<ul style="list-style-type: none"> Alcanza y trata una cantidad significativamente mayor de hidrocarburos que otras técnicas de respuesta. Acelera la eliminación del hidrocarburo de la columna de agua al mejorar la biodegradación natural. 	<ul style="list-style-type: none"> Es posible que no funcione en hidrocarburos combustibles de alta viscosidad en mares tranquilos y fríos. Puede tener una "ventana de oportunidad" limitada para su uso. 	<ul style="list-style-type: none"> No recolecta el hidrocarburo directamente del medio ambiente, sino que lo dispersa en la columna de agua donde se puede biodegradar. Efectos potenciales del hidrocarburo dispersado en la columna de agua - vida marina residente (se prevén exposiciones breves y localizadas).
Dispersantes: aplicación bajo la superficie del mar	<ul style="list-style-type: none"> Operaciones continuas, de día y noche, de ser posible. Se puede aplicar en todas las condiciones climáticas, excepto en condiciones severas. Es posible una alta tasa de encuentro. 	<ul style="list-style-type: none"> Elimina o evita el hidrocarburo en la superficie, mitigando el daño a las aves marinas, mamíferos y otra fauna silvestre. Reduce la cantidad de hidrocarburo que se esparce a la costa, reduciendo el riesgo para las costas sensibles. Reduce el impacto en los recursos de la comunidad y la industria local. Ningún requisito para el almacenamiento del hidrocarburo recuperado. Menos vapores en la superficie del agua mejoran la seguridad del personal de respuesta. 	<ul style="list-style-type: none"> Tiempo de movilización más lento comparado con la aplicación en superficie. 	<ul style="list-style-type: none"> Impacto potencial en la industria pesquera si la población malinterpreta los efectos potenciales del dispersante en los mariscos. Generalmente se requiere aprobación reglamentaria antes de aplicar el dispersante.

continúa...

Opción de respuesta	Beneficios	Inconvenientes
Combustión controlada <i>in situ</i>	<ul style="list-style-type: none"> ● Eliminación rápida de grandes cantidades de hidrocarburos. ● Deja mucho menos hidrocarburo para eliminación. ● Altas tasas de eficacia (de hasta 98 a 99%). ● Se requiere menos equipo y mano de obra; el equipo especializado (barreras) se puede transportar por aire. ● Puede ser la única opción viable (por ejemplo, en marismas o hielo). ● Ningún requisito para el almacenamiento del hidrocarburo (excepto para los posibles residuos de la combustión). ● Eficaz en una amplia gama de tipos de hidrocarburos y condiciones. ● Mínimo impacto medioambiental. ● Menos vapores de hidrocarburo en la superficie del agua mejoran la seguridad del personal de respuesta. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Humo negro se percibe como un impacto significativo en las personas y la atmósfera. ● "Ventana de oportunidad" limitada para derrames en aguas abiertas (los hidrocarburos emulsionados no se queman). ● Se necesita captar y contener suficiente volumen de hidrocarburo y espesor de la mancha para que la quema <i>in situ</i> sea eficaz. ● La eficacia disminuye para hidrocarburos pesados a medida que el hidrocarburo envejece. ● La quema plantea un riesgo potencial a la salud. ● La quema plantea un riesgo potencial a la fauna costa afuera que se debe tratar. ● Los residuos de la quema pueden ser difíciles de recuperar (pueden hundirse de las quemaduras de hidrocarburos muy pesados). ● Se requieren aprobaciones especiales. ● Reducción localizada de la calidad del aire. ● Potencial de incendios secundarios durante uso en tierra. ● Ineficaz en inclemencias del tiempo o alta mar.
Contención y recuperación en el mar	<ul style="list-style-type: none"> ● Elimina el hidrocarburo con el mínimo impacto medioambiental. ● Bien aceptado, no se requieren aprobaciones especiales. ● Eficaz para recuperación en una amplia gama de productos derramados. ● Gran "ventana de oportunidad". ● Mínimos efectos colaterales. ● La mayor disponibilidad de equipo y conocimientos. ● El producto recuperado se puede volver a procesar. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Inherentemente ineficaz y a menudo muy lento. ● A menudo no se puede recuperar suficiente hidrocarburo para evitar el impacto en la costa. ● Es más difícil recuperar una gran cantidad de hidrocarburo en casos de derrames mayores. ● Ineficaz e impráctico en manchas delgadas. ● Ineficaz en inclemencias del tiempo o alta mar. ● Requiere capacidad de almacenamiento. ● Normalmente no recupera más del 10 al 20% del hidrocarburo derramado. ● Requiere mucho equipo y mano de obra.
Eliminación física en la costa	<ul style="list-style-type: none"> ● Elimina el hidrocarburo. ● Reduce el potencial de esparcimiento adicional del hidrocarburo. ● Reducción de los impactos secundarios en animales que utilizan las costas. ● Evita la removilización del hidrocarburo. ● Los métodos no agresivos pueden tener un impacto mínimo en la estructura de la costa y los organismos costeros. ● Útil para la limpieza detallada del medio ambiente cerca de la costa en zonas específicas o sensibles. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Potencial de daño adicional al medio ambiente: los métodos de eliminación agresiva pueden impactar la costa y los organismos costeros (por ejemplo, la remoción y la limpieza de la arena). ● Requisitos para el almacenamiento y eliminación de residuos. ● Normalmente no recupera más del 10 al 20% del hidrocarburo derramado. ● Requiere mucha mano de obra. ● Posibilidad de que el tráfico de equipo pesado y a pie (pisoteo) puedan provocar daño adicional al medio ambiente. ● La eliminación ocurre después de que el hidrocarburo ya ha impactado la orilla. ● La respuesta en la costa puede requerir importantes recursos y apoyo logístico.

Apéndice 2: ¿Cómo encaja el ABAN en el proceso de planificación para contingencias?

La planificación para contingencias por derrames de hidrocarburos es el proceso de desarrollo de una capacidad de respuesta adecuada que cumpla el marco normativo y que sea proporcional a los riesgos de derrame de hidrocarburos de una organización o instalación. La capacidad de respuesta se define en parte por las estrategias de respuesta seleccionadas como resultado del ABAN.

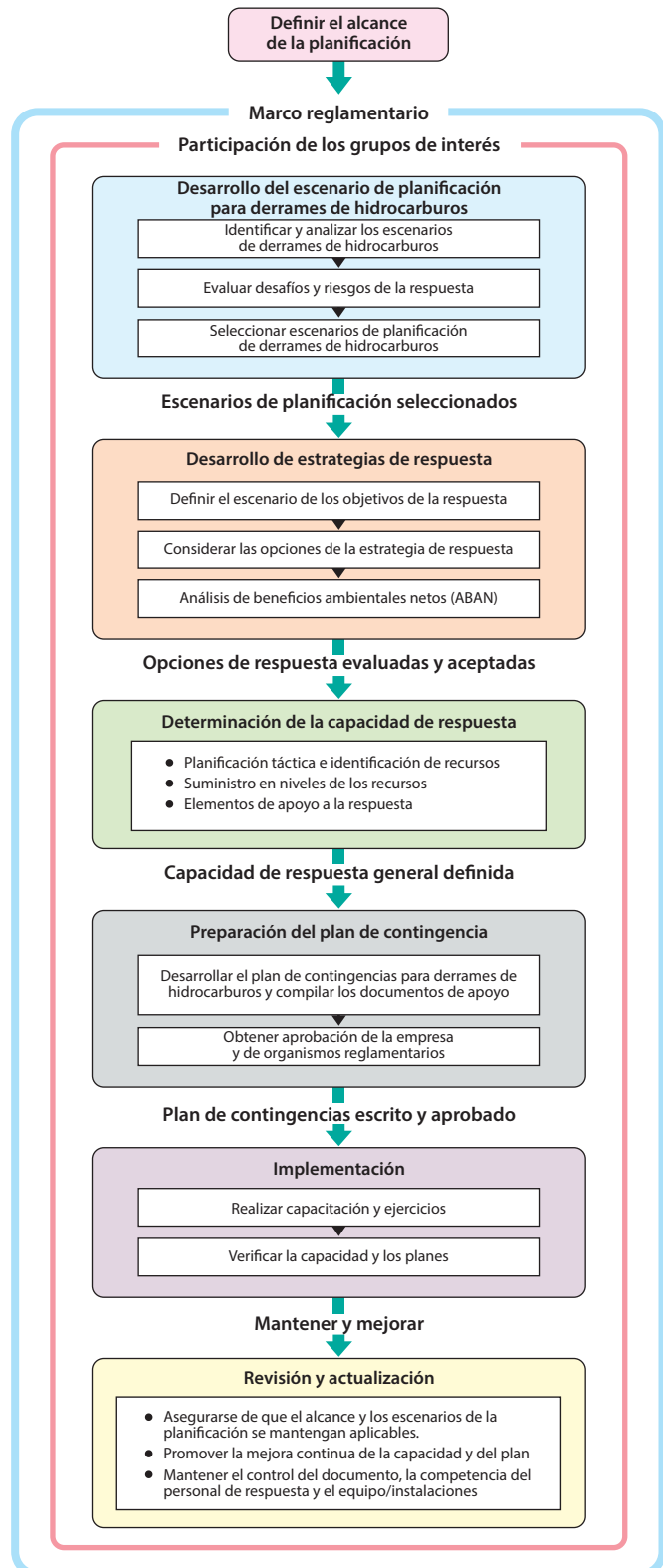
El proceso de planificación para contingencias incluye las siguientes etapas:

- definición del alcance de la planificación;
- desarrollo del escenario de planificación para derrames de hidrocarburos;
- desarrollo de estrategias de respuesta;
- determinación de la capacidad de respuesta;
- preparación del plan de contingencia;
- implementación; y
- revisión y actualización.

El ABAN es una parte fundamental de la etapa de desarrollo de la estrategia de respuesta. El proceso de ABAN se alimenta de los datos cotejados y definidos dentro de los escenarios de planificación seleccionados y ofrece el mecanismo para evaluar sistemáticamente y lograr un consenso acerca de las opciones de respuesta óptimas para cada escenario de planificación. Esto se acepta en los planes de contingencia y en la implementación de una capacidad de respuesta adecuadamente escalonada ante un derrame de hidrocarburos.

La Figura 7 ilustra el proceso de planificación para contingencias por derrames de hidrocarburos y dónde encaja el ABAN en este proceso. Se puede encontrar una explicación adicional acerca del proceso en la Guía de buenas prácticas acerca de la planificación para contingencias por derrames de hidrocarburos en el agua de IPIECA-IOGP (IPIECA-IOGP, 2015c).

Figura 7 El proceso de planificación para contingencias



Referencias y lecturas adicionales

- Addassi, Y. N. (2002). *Utilizing Net Environmental Benefit Analysis (NEBA) as a Tool for Evaluating Applied Response Technologies in Response to a Marine Oil Spill*. Office of Spill Prevention and Response, Department of Fish and Game
http://www.slc.ca.gov/division_pages/MFD/Prevention_First/Documents/2002/Paper%20by%20Yvonne%20N%20Addassi.pdf
- ASTM (2013). ASTM Standard number F2532 - 13: *Standard Guide for Determining Net Environmental Benefit of Dispersant Use*. ASTM International, West Conshohocken, PA. www.astm.org
- BP (2015). *Restoring the environment*. Overview of BP's work with state and federal agencies to assess and restore natural resources injured as a result of the Deepwater Horizon incident. BP website: www.bp.com/en/global/corporate/gulf-of-mexico-restoration/restoring-the-environment.html
- Baker, J. M. (1997). *Differences in Risk Perception: How Clean is Clean?* An Issue Paper prepared for the 1997 International Oil Spill Conference. American Petroleum Institute, Technical Report IOSC-006, no. 52.
<http://ioscproceedings.org/toc/iosc/1997/TR6>
- Ballou, T. G., Hess, S. C., Dodge, R. E., Knap, A. H. and Sleeter, T. D. (1989). Effects of Untreated and Chemically Dispersed Oil on Tropical Marine Communities: A Long Term Field Experiment. In *International Oil Spill Conference Proceedings*: February 1989, Vol. 1989, No. 1, pp. 447-454.
 doi: <http://dx.doi.org/10.7901/2169-3358-1989-1-447>.
- Cedre (2006.) *Braer spill incident*. Cedre website: 'Database of spill incidents and threats in waters around the world'. Available at: www.cedre.fr/en/spill/braer/braer.php
- Efroymson, R. A., Nicolette, J. P. and Suter, G. W. II (2003). *A Framework for Net Environmental Benefit Analysis for Remediation or Restoration of Petroleum-Contaminated Sites*. Environmental Sciences Division, Oak Ridge National Laboratory, Tennessee.
- Fingas, M. (ed) (2011). *Oil Spill Science and Technology*. Gulf Professional Publishing, Burlington, MA, USA.
- GoMRI (2015). Research programme of the Gulf of Mexico Research Initiative. Available at: <http://research.gulfresearchinitiative.org>
- IPIECA-IMO-IOGP (2012). *Sensitivity mapping for oil spill response*. IPIECA-IOGP Good Practice Guide Series, Oil Spill Response Joint Industry Project (OSR-JIP). IOGP Report 477. <http://oilspillresponseproject.org>
- IPIECA-IOGP (2013). *Oil spill risk assessment and response planning for offshore installations*. Report of the IOGP Global Industry Response Group (GIRG) response to the Deepwater Horizon incident in the Gulf of Mexico in April 2010. IOGP-IPIECA Oil Spill Response Joint Industry Project (OSR-JIP). <http://oilspillresponseproject.org>

IPIECA-IOGP (2014). *A guide to oiled shoreline assessment (SCAT) surveys*. IPIECA-IOGP Good Practice Guide Series, Oil Spill Response Joint Industry Project (OSR-JIP). IOGP Report 504. <http://oilspillresponseproject.org>

IPIECA-IOGP (2015). *Impacts of oil spills on marine ecology*. IPIECA-IOGP Good Practice Guide Series, Oil Spill Response Joint Industry Project (OSR-JIP). IOGP Report 525. <http://oilspillresponseproject.org>

IPIECA-IOGP (2015a). *Impacts of oil spills on shorelines*. IPIECA-IOGP Good Practice Guide Series, Oil Spill Response Joint Industry Project (OSR-JIP). IOGP Report 534. <http://oilspillresponseproject.org>

IPIECA-IOGP (2015b). *Economic assessment and compensation for marine oil spills*. IPIECA-IOGP Good Practice Guide Series, Oil Spill Response Joint Industry Project (OSR-JIP). IOGP Report 524. <http://oilspillresponseproject.org>

IPIECA-IOGP (2015c). *Contingency planning for oil spills on water*. IPIECA-IOGP Good Practice Guide Series, Oil Spill Response Joint Industry Project (OSR-JIP). IOGP Report 519. <http://oilspillresponseproject.org>

Lunel, T., Swannell, R., Rusin, J., Bailey, N., Halliwell, C., Davies, L., Sommerville, M., Dobie, A., Mitchel, D., McDonagh, M. and Lee, K. (1996). Monitoring of the effectiveness of response options during the *Sea Empress* incident: a key component of the successful counter-pollution response. In *Spill Science & Technology Bulletin*, Vol. 2, Issues 2–3, pp. 99-112. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1353256196000114

Lunel, T., Rusin, J., Bailey, N., Halliwell, C. and Davies, L. (1997). The net environmental benefit of a successful dispersant operation at the *Sea Empress* incident. In *International Oil Spill Conference Proceedings: April 1997*, Vol. 1997, No. 1, pp. 185-194. doi: <http://dx.doi.org/10.7901/2169-3358-1997-1-185>

Lunel, T. and Baker, J. M. (1999). Quantification of Net Environmental Benefit for Future Oil Spills. In *International Oil Spill Conference Proceedings: March 1999*, Vol. 1999, No. 1, pp. 619-627. doi: <http://dx.doi.org/10.7901/2169-3358-1999-1-619>

Michel, J. and Benggio, B. (1999). Guidelines for selecting appropriate clean-up endpoints at oil spills. In *International Oil Spill Conference Proceedings: March 1999*, Vol. 1999, No. 1, pp. 591-595. doi: <http://dx.doi.org/10.7901/2169-3358-1999-1-591>

Michel, J. and Rutherford, N. (2014). Impacts, recovery rates and treatment options for spilled oil in marshes. In *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 82, Issues 1–2, pp. 19-25.

NOAA (2010). *Oil Spills in Mangroves: Planning & Response Considerations*. National Oceanic and Atmospheric Administration http://response.restoration.noaa.gov/sites/default/files/Oil_Spill_Mangrove.pdf

SEEEC (1998). The environmental impact of the *Sea Empress* oil spill. Final Report of the Sea Empress Environmental Evaluation Committee. Her Majesty's Stationery Office, London, UK.

Sell, D., Conway, L., Clark, T., Picken, G. B., Baker, J. M., Dunnet, G. M., McIntyre, A. D. and Clark, R. B. (1995). Scientific criteria to optimize oil spill clean-up. In *International Oil Spill Conference Proceedings*: February-March 1995, Vol. 1995, No. 1, pp. 595-610.
doi: <http://dx.doi.org/10.7901/2169-3358-1995-1-595>

Sergy, G. A and Owens, E. H. (2007) *Guidelines for Selecting Shoreline Treatment Endpoints for Oil Spill Response*. Emergencies Science and Technology Division, Environment Canada, Ottawa, ON, 30 pp.

Shigenaka, G. (2011) Net Environmental Benefit Analysis. In *Operational Science Advisory Team-2 (OSAT-2)*. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).
www.restorethegulf.gov/sites/default/files/documents/pdf/Annex%20M%20NEBA.pdf.

Shigenaka, G. (2014). *Twenty-Five Years after the Exxon Valdez Oil Spill: NOAA's Scientific Support, Monitoring, and Research*. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), Office of Response and Restoration. 78 pp.
http://response.restoration.noaa.gov/sites/default/files/Exxon_Valdez_25YearsAfter_508_0.pdf.

Southward, E. C. and Southward, A. J. (1978). Recolonization of rocky shores in Cornwall after the use of toxic dispersants to clean up the *Torrey Canyon* spill. In *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, Vol. 35, No. 5, pp. 682-706.

US EPA (2013). *Area Contingency Planning Handbook*. Version 1, March 2013. US Environmental Protection Agency, Washington D.C. www.epa.gov/oem/docs/oil/frp/EPA_ACP_Handbook.pdf

Agradecimientos

El texto para esta guía fue preparado por Rob Holland, Dave Rouse y Rosie Buse de Oil Spill Response Limited.

Los autores desean agradecer a las siguientes personas por contribuir con su valiosos conocimientos y orientación para el desarrollo del contenido de este documento: Richard Santner (BP), Victoria Broje (Shell), Marty Cramer (ConocoPhillips), Tim Lunel (ITOPF), Peter Taylor (Petronia), Peter Collinson (BP), Andrew Tucker (BP), David White (BP) y Garnet Hooper (Jacobs).

El informe original de IPIECA acerca del ABAN titulado *Choosing spill response options to minimize damage: Net Environmental Benefit Analysis* (volumen 10 de la "Serie de informes acerca de derrames de hidrocarburos" de IPIECA escrito por Jenny Baker y Tim Lunel en 2000), se ha utilizado donde procede en este documento.

Esta página se ha dejado intencionalmente en blanco.

Esta página se ha dejado intencionalmente en blanco.

IPIECA

IPIECA es la asociación de la industria global de hidrocarburos y del gas para cuestiones medioambientales y sociales. Desarrolla, comparte y fomenta las buenas prácticas y el conocimiento para ayudar a la industria a mejorar su desempeño medioambiental y social; y es el canal de comunicación principal que la industria tiene con las Naciones Unidas. A través de sus grupos de trabajo dirigidos por miembros y del liderazgo de sus directivos, IPIECA reúne la experiencia técnica colectiva de las compañías y asociaciones del petróleo y del gas. Su posición única dentro de la industria permite a sus miembros responder con eficacia a los principales asuntos medioambientales y sociales.

www.ipieca.org



IOGP representa a la industria procesadora de materias primas del petróleo y del gas ante organizaciones internacionales como la Organización Marítima Internacional, los convenios de mares regionales del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP) y otros grupos que se encuentran bajo el auspicio de las Naciones Unidas. A nivel regional, IOGP es el representante de la industria ante la Comisión Europea y el Parlamento Europeo y la Comisión OSPAR para el Nordeste atlántico. Igualmente importante es el papel de IOGP en la elaboración de las mejores prácticas, especialmente en las áreas de salud, seguridad, medio ambiente y responsabilidad social.

www.iogp.org

