



ENTRE DOS FUEGOS*

Los dispersantes en el Golfo de México

El dispersante es vertido a poca distancia de la costa de Houma, Luisiana, desde un avión Basler BT-67 de alas fijas, el 5 de mayo de 2010 (arriba). El petróleo superficial (a la derecha, fotografiado el 7 de junio de 2010 cerca de la costa de Pensacola, Florida) se dispersará naturalmente en cierta medida con el viento, la acción de las olas y otros factores. Agregar dispersantes químicos acelera el proceso, al permitir que una gran parte de la marea negra de la superficie entre en la columna de agua en forma de gotas minúsculas. En el momento en que se imprime este artículo, se han aplicado al Golfo de México casi 7.6 millones de litros de dispersantes. Alrededor de 42% de ellos han sido aplicados en aguas submarinas a profundidades a las que nunca antes se han probado estas sustancias químicas.

* Publicado originalmente en *Environmental Health Perspectives*, volumen 118, número 8, agosto 2010, páginas A338-A344.

Foto: Stephen Lehmann/Guardacostas de EU
Imagen: ©Brandon Kruse/The Palm Beach Post/ZUMApres.com

En el momento en que este artículo entra en prensa, la extensión del peor derrame de petróleo en la historia de EUA sigue siendo un blanco móvil. La explosión y el colapso, el 20 de abril de 2010, de la plataforma petrolífera Deepwater Horizon, propiedad de la compañía British Petroleum (BP), destapó un géiser submarino que durante 85 días consecutivos arrojó una carga diaria calculada entre 5.56 y 9.54 millones de litros,¹ y posiblemente más, al Golfo de México. Dicha explosión, provocada por la ignición de los gases inflamables que escaparon del pozo API 60-817-44169, situado a una distancia de 67.6 km de la costa de Luisiana y más de 1 500 metros por debajo del agua, provocó la muerte de 11 trabajadores. Al momento de imprimirse este artículo, más de 960 km de costas se han contaminado con petróleo, y se han cerrado casi una tercera parte de las pesquerías del Golfo.² Los ingenieros de la BP contuvieron el flujo el 15 de julio con un tapón mecánico, pero a partir de esa fecha han aparecido fugas de petróleo y metano cerca del cabezal del pozo, lo que da lugar a nuevas preguntas sobre la integridad del mismo y, de hecho, sobre la del fondo del mar.² Nadie sabe qué ocurrirá después.

El derrame de la plataforma Deepwater Horizon ha generado escenas desgarradoras de aves que mueren, marismas e islas barrera contaminadas con petróleo y residentes

de las costas traumatizados. Pero hay una imagen clave de esta historia que ni siquiera es visible: misteriosas columnas formadas por diminutas gotas de petróleo disperso que fluyen en las aguas profundas. En cierta medida estas columnas surgieron de intensas presiones físicas en el cabezal del pozo a 1.6 km de profundidad, que descompuso el petróleo en diminutas gotas que nunca llegaron a la superficie. Pero los trabajadores de respuesta al derrame también utilizaron dispersantes químicos –mezclas de solventes, surfactantes y otros aditivos patentados– para lograr un efecto similar. Los dispersantes, rociados desde el aire y aplicados directamente al cabezal del pozo, modificaron las propiedades físicas y químicas del petróleo que brotaba de él, dividiéndolo en minúsculas gotas de apenas 10 micrones de diámetro (las gotas de petróleo dispersadas naturalmente son unas 10 veces más grandes).³ Las pequeñas gotas de petróleo disperso se ven atraídas (o “arrastradas”) hacia el interior de la

columna de agua, donde pasan por una serie de procesos de eliminación, principalmente el metabolismo por bacterias marinas.

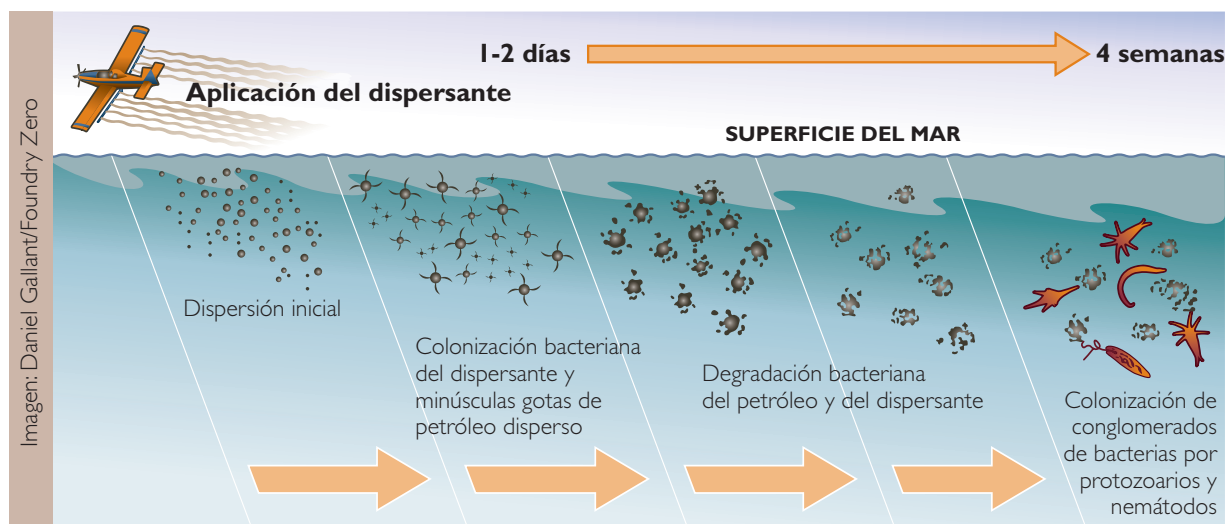
La decisión de utilizar dispersantes –los cuales han estado en el mercado para fines de respuesta a derrames desde mediados de los sesenta– siempre implica contrapartidas ambientales, señala Mahlon Kennicutt, profesor de oceanografía química de la Universidad A&M de Texas. Mientras que el petróleo sin dispersar flota sobre el agua, asfixiando a las aves y a los mamíferos marinos y contaminando los recursos costeros, el petróleo disperso es transportado por toda la columna de agua, donde está más al alcance de la vida marina. “Los dispersantes no hacen que se vaya el petróleo”, subraya Kennicutt.

“El zooplancton confunde las diminutas gotas de petróleo con alimento”, añade Carys Mitchellmore, profesor adjunto en el Laboratorio Biológico Chesapeake de la Universidad de Maryland. Este es

un panorama peligroso porque el zooplancton tiene una importancia crucial para la red alimentaria marina. Si se lo mata, dice Mitchellmore, las consecuencias irán en constante aumento.

Una decisión difícil

Mientras escribo esto, se han aplicado al petróleo casi 7.6 millones de litros de dispersantes en un esfuerzo deliberado por proteger las costas ecológicamente sensibles del Golfo.² Aun así, varios destacados ambientalistas han puesto en duda que sea acertado utilizarlos, dado lo poco que saben los científicos sobre sus impactos ecológicos, en particular en las aguas marinas profundas. En una entrada de *blog* con fecha del 24 de mayo, Richard Denison, científico principal del Fondo para la Defensa del Medio Ambiente, escribió que “las preguntas no respondidas, las lagunas en los datos y la información comercial confidencial no revelada en torno al uso de los dispersantes por la BP están

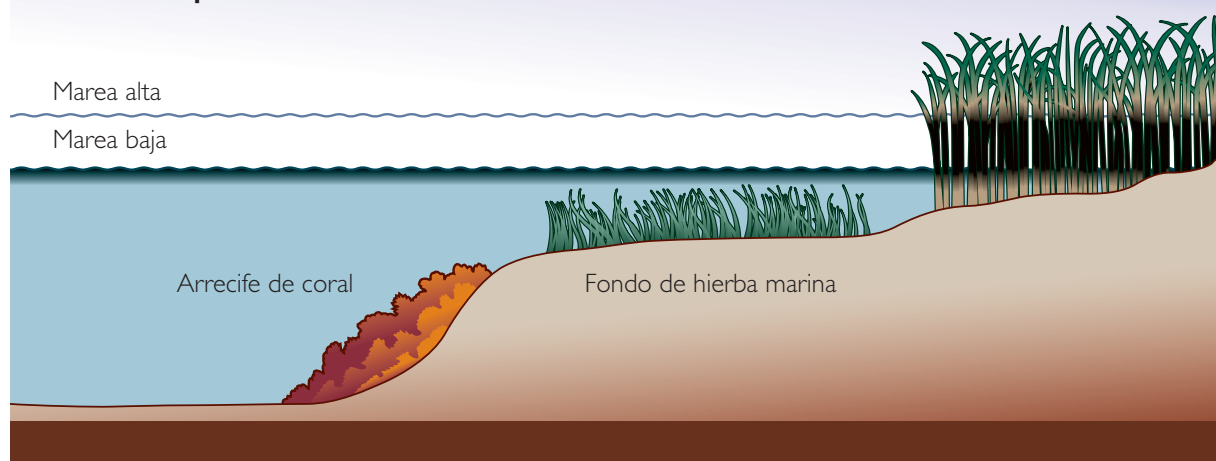
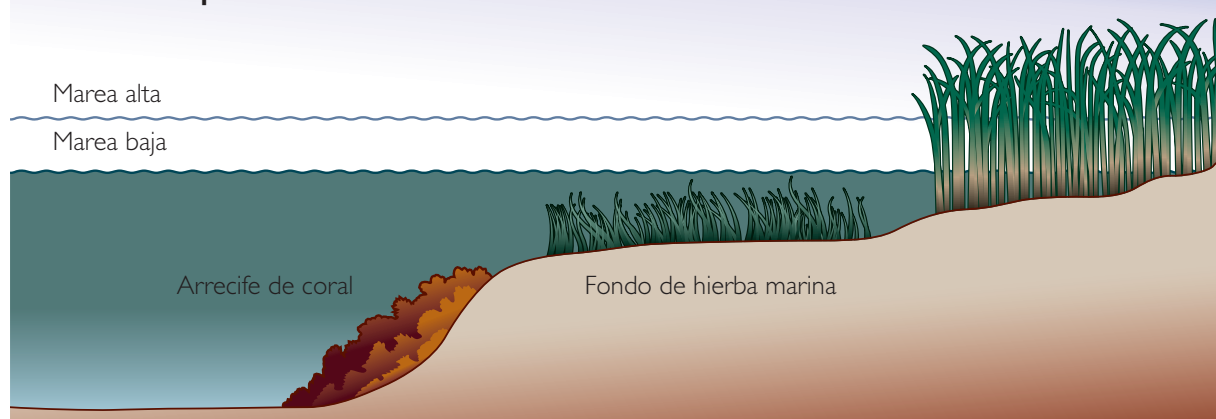


La decisión de aplicar dispersantes está sujeta al factor tiempo; los dispersantes suelen ser más eficaces cuando se los aplica dentro de las primeras 48 horas de un derrame.

Adaptado de: Clark J. Dispersant basics: Mechanism, chemistry, and physics of dispersants in oil spill response. Presentation to NRC Committee on Understanding Oil Spill Dispersants: Efficacy and Effects, 15 de marzo de 2004.

Petróleo superficial

Imagen: Daniel Gallant/Foundry Zero

**Petróleo disperso**

El uso de dispersantes siempre implica una contrapartida ambiental. El petróleo flotante no afectará al coral ni a la hierba marina, pero puede devastar las costas. Por otra parte, el petróleo dispersado queda mucho más al alcance de los organismos subacuáticos pero en cambio deja en gran medida intactos a los ecosistemas costeros.

Adaptado de: Clark J. Dispersant Basics: Mechanism, Chemistry, and Physics of Dispersants in Oil Spill Response. Presentation to NRC Committee on Understanding Oil Spill Dispersants: Efficacy and Effects, 15 de marzo de 2004.

entrando a la misma velocidad a la que se derrama el petróleo.”⁴

Denison y otros se han preguntado si no sería mejor dejar el petróleo sin dispersar. Mitchelmore explica que cuando el petróleo está atrapado debajo del agua, sus componentes más ligeros y más volátiles —es decir, los compuestos aromáticos entre los que se incluyen benceno,⁵ tolueno,⁶ etilbenceno,⁷ y xileno⁸ (BTEX)— no pueden evaporarse en el aire. Permanecen en el agua, donde

representan una grave amenaza para la vida submarina, dice Ronald Tjeerdema, presidente del Departamento de Toxicología Ambiental de la Universidad de California en Davis. Pero Tjeerdema señala que, si bien los compuestos BTEX son de una toxicidad aguda, no son persistentes: se descomponen rápidamente en el mar y no se bioacumulan en el tejido de los peces.

Carl Safina, ecólogo marino y presidente del Instituto Blue Ocean,

una organización ambientalista situada en Cold Spring Harbor, Nueva York, lo expresa con otras palabras: “Los dispersantes simplemente permiten que el petróleo se extienda mucho más en el ambiente marino.”

Sin embargo, durante una reunión patrocinada por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (en inglés, NOAA) y la Agencia de Protección al Ambiente de EUA (EPA), celebrada los días

26 y 27 de mayo en la Universidad del Estado de Luisiana, más de 50 científicos concluyeron que las aplicaciones de dispersantes realizadas hasta entonces habían sido adecuadas para responder al derrame de la Deepwater Horizon.⁹ Ciertamente las barreras de contención, desnatadores, quemas controladas y otras herramientas mecánicas para controlar los derrames de petróleo en la superficie son preferibles al uso de sustancias químicas en el mar, reconoce Nancy Kinner, codirectora del Centro de Investigación de Respuesta Costera de la Universidad de Nueva Hampshire, que dirigió la reunión. Sin embargo, la recuperación de la superficie rara vez excede el 10% de cualquier derrame de petróleo, dice, y la recuperación mecánica únicamente funciona en un buen clima.

"Incluso si no hay huracanes, hay mucho viento y olas en esta época del año en el Golfo", dice Kinner. "Y cuando vimos que el petróleo entraba en las ciénagas de la costa y afectaba a las especies que pasan por ellas, rápidamente nos dimos cuenta de que era necesario ver a los dispersantes como una importante herramienta de respuesta. Concluimos que tanto el uso de los dispersantes como los efectos del petróleo disperso en la columna de agua suelen ser menos nocivos que el permitir que el petróleo permanezca en la superficie de modo que emigre al hábitat adyacente a la costa." Los científicos también recomiendan la reevaluación continua de los efectos de los dispersantes, subraya Kinner, a fin de garantizar que su uso siga estando justificado.

Mitchellmore afirma que los funcionarios podrían tener dificultades para discernir cuándo los dispersantes están haciendo más mal que bien. "El volumen de los dispersantes vertidos durante un periodo tan prolongado y las profundidades a las que

los estamos aplicando constituyen una novedad", dice. "Estamos en territorio inexplorado."

En un informe publicado por el Consejo Nacional de Investigación en el año 2005,³ los científicos reconocieron que mucho de lo que sucede con el petróleo químicamente dispersado en el mar sigue siendo un misterio. Se desconoce a qué velocidad se liga a los sedimentos, a qué velocidad se descompone en el mar, cómo es ingerido y asimilado por los organismos submarinos y qué tipo de subproductos se crean cuando los microbios lo degradan.

Según una vocera de la oficina de prensa de la EPA, esta agencia "se reserva el derecho de suspender la aplicación de un dispersante si tiene cualquier impacto negativo sobre el ambiente que supere los beneficios." Podrían evaluarse esos impactos, explica, utilizando dos enfoques: midiendo el oxígeno disuelto (OD) en muestras de agua del Golfo y realizando pruebas de mortalidad entre los pequeños invertebrados llamados rotíferos cuando se ven expuestos al agua del Golfo. Según la EPA, la concentración normal del OD en el Golfo es de 4 mg/L.¹⁰ Sin embargo, al metabolizar los compuestos orgánicos, incluyendo el petróleo, los microbios aeróbicos consumen y eliminan el oxígeno del agua, y esto puede estresar a los organismos marinos si las concentraciones de OD se reducen demasiado.

Si los niveles de OD llegan a ser de menos de 2 mg/L, dice la vocera de la EPA, entonces se pone en duda que deban seguirse utilizando los dispersantes. Mitchellmore advierte que estos umbrales pueden no ser tan definitivos; sin embargo, dado que los científicos saben poco sobre las formas de vida de las profundidades del océano en el Golfo y de su dependencia de niveles específicos de OD, "no es posible tomar una decisión sobre los efectos del OD sin

saber más sobre los organismos que viven allí", dice Mitchellmore.

Corexit acapara la atención

Antes de la explosión de la plataforma Deepwater Horizon, apenas si se conocía la palabra "dispersante". Pero a raíz de que este año se utilizaron de pronto grandes cantidades de sustancias químicas en el Golfo, el público exigió más información acerca de ellas. Al principio, los reporteros y aun otros científicos no contaban con muchos datos en que apoyarse. Los dos productos utilizados en el derrame, Corexit[®] 9500 y 9527, son fabricados por Nalco, una compañía con sede en Sugar Land, Texas. La Hoja de Datos de Seguridad del Material (en inglés, MSDS) para cada dispersante indica que contienen uno o dos solventes: 2-butoxietanol (3-BE), que se encontró en el Corexit 952711 –un viejo producto que data de los setenta– o los destilados de petróleo, encontrados en el producto Corexit 9500,¹² más reciente. Los dispersantes Corexit también contienen sales de ácido sulfónico orgánica (un surfactante) y propilenglicol (un estabilizador).

Las MSDS también hacían referencia a componentes patentados no revelados, y eso dio lugar inmediatamente a sospechas –los periódicos advirtieron que se estaban vertiendo "formulaciones secretas" en las aguas del Golfo. Alex Madonik, asesor químico del Instituto de Políticas de Ciencias Ambientales, un comité asesor sobre reducción de sustancias tóxicas en Berkeley, California, explica que Nalco no tenía obligación legal alguna de revelar públicamente los ingredientes patentados en sus dispersantes y que la EPA que tenía conocimiento de esa información –había consentido en mantenerla confidencial. Pero debido a que se incrementaron las demandas de transparencia por parte del público,

Foto: Stephen Lehmann/U.S. Coast Guard



El dispersante Corexit es bombeado desde los tanques como preparación para su aplicación aérea. Houma, Luisiana, 5 de mayo de 2010

la agencia mostró una lista completa de los ingredientes de Corexit en su página web a mediados de junio.¹⁰ Entre los ingredientes no revelados se encontraban varios surfactantes, incluyendo sorbitán y 1-(2-butoxi-1-metiletoxi) 2-propanol, que, según Madonik, es una mezcla solvente y anticongelante. Madonik le resta importancia a cualquier toxicidad potencial de estos ingredientes, pero reconoce que “algunos de los porcentajes compuestos están estipulados dentro de una amplia gama, y eso deja una incertidumbre sobre la dosis y la exposición.”

Citando resultados obtenidos principalmente de estudios en animales, la MSDS para el Corexit 9527 afirma que el 2-BE puede provocar hemólisis (destrucción de los glóbu-

los rojos) o daño a los riñones o al hígado con exposiciones excesivas o repetidas, mientras que el dispersante formulado también puede causar irritación dérmica o gastrointestinal.¹¹ La MSDS también señala que “se ha demostrado que los glóbulos rojos humanos [expuestos al 2-BE] son significativamente menos sensibles a la hemólisis que los de los roedores y conejos. Estos efectos son transitorios, y cuando se suspende la exposición, los efectos pasan.”¹¹ En contraste con la MSDS para el Corexit 9527, que asigna a este compuesto un riesgo “moderado” para la salud humana,¹¹ la MSDS para el 9500 clasifica el riesgo para la salud humana como “leve”.¹²

El Corexit 9500 es idéntico al Corexit 9527, con la única excepción

de que se reemplaza el 2-BE con destilados de petróleo similares al queroseno. Según Tjeerdema, los destilados de petróleo tienen una toxicidad menos aguda que el 2-BE, pero dado que son hidrocarburos, tienden más a bioacumularse en la vida marina. Sin embargo, comparados con las cantidades de hidrocarburo que se están vertiendo en el Golfo como consecuencia del derrame de petróleo, “lo que el Corexit 9500 añade es insignificante”, dice.

La compañía BP ya había hecho acopio de varios cientos de miles de galones de Corexit 9527, mismos que se utilizaron en la respuesta al derrame de la Deepwater Horizon hasta que las reservas se agotaron a mediados de mayo, según la EPA.¹³ Desde entonces, el único dispersante

que se ha utilizado en las operaciones de limpieza de la BP ha sido el Corexit 9500.¹³ Sin embargo, semanas después de que supuestamente se retiró el uso del Corexit 9527, la BP dio a conocer datos que indicaban que se seguía detectando 2-BE en 20% de las muestras personales de aire recolectadas costa afuera,¹⁴ hallazgo que no ha sido explicado. Frank Mirer, profesor de toxicología de la Universidad Hunter, comenta que “es poco creíble que se encontrara esta fracción de las muestras con niveles detectables si se hubiera discontinuado el uso del 2-BE. Esto pone en duda la exactitud de la información que se está reportando sobre el uso del dispersante.”

Toxicidad: la gran pregunta

Es difícil aislar los efectos de los dispersantes sobre la salud humana debido a que las exposiciones a los dispersantes y al petróleo crudo ocurren de manera simultánea. Los trabajadores de limpieza se han quejado de dolores de cabeza, falta de aliento, mareo y náuseas, y es posible que la exposición a los dispersantes agrave estos efectos, en parte al permitir que el petróleo penetre la piel más fácilmente, según Kathy Burns, toxicóloga y directora de Sciencecorps, una coalición de profesionales de la salud ambiental con sede en Lexington, Massachusetts. Sin embargo, los mares ondulantes, el calor y la abrumadora experiencia sensorial de trabajar en la limpieza del derrame de petróleo también pueden contribuir a estos síntomas.

Don Aurand, vicepresidente y científico principal de Ecosystem Management & Associates, Inc., una compañía de asesoría ambiental subcontratada por la BP, señala que los dispersantes que se utilizan hoy en día son menos tóxicos que sus predecesores. Durante el derrame más grande de petróleo en el mundo, ocasionado por la fuga de 90.8 y 94.6

millones de litros de petróleo luego de que el gran barco cisterna Torrey Canyon chocó contra un arrecife cerca de Gran Bretaña en 1967, los trabajadores utilizaron desengrasantes químicos, detergentes industriales, queroseno y otros productos para dispersar la marea negra.¹⁵ Estos productos –que no fueron hechos para utilizarse en los derrames de petróleo– resultaron ser ecológicamente devastadores, dice Aurand. Por el contrario, dice, los dispersantes más recientes diseñados específicamente para los derrames de petróleo combinan la máxima eficacia para dispersar la marea negra con una toxicidad mínima. Sin embargo, no es fácil evaluar cómo pueden lograr esta combinación, puesto que las fórmulas, al ser secretos comerciales, están protegidas de modo que no pueden ser reveladas al público.

El Programa de Productos del Plan Nacional de Contingencias de la EPA¹⁶ sitúa los productos Corexit casi al final de la lista de los dispersantes aprobados en función de su eficacia. Sin embargo, Gina Coelho, presidenta de Ecosystem Management & Associates, argumenta que los métodos empleados por la agencia para probar la eficacia fueron defectuosos. “Varias décadas de investigación de parte de la industria, la academia y las organizaciones de respuesta a derrames demuestran que los productos Corexit son los dispersantes de elección; funcionan mejor en el petróleo degradado y fresco, y se pueden utilizar en un rango de temperaturas”, dice.

Dana Wetzel, científica principal y gerente del programa en el Laboratorio Marino Mote que estudia los efectos de los dispersantes sobre la vida marina, señala que, comparados con las fracciones de petróleo solubles en agua (es decir, los componentes BTEX), los productos Corexit resultan menos nocivos por tres órdenes de magnitud para los organismos marinos de prueba, entre los que se

incluyen las especies *Mysidopsis bahia*, *Menidia beryllina* y *Sciaenops ocellatus*. Wetzel basa sus conclusiones en una comparación de los valores de DL₅₀ aguda (que reflejan la “dosis letal” necesaria para matar el 50% de los organismos de prueba) obtenidos en su laboratorio.¹⁷ Sin embargo, los valores de DL₅₀ para la dispersión del petróleo fueron los mismos que para las fracciones de petróleo solubles en agua, dice Wetzel. Añade que ni ella ni sus colegas en este campo han explorado adecuadamente los “efectos subletales” de los dispersantes, “por lo que no sabemos cómo se relacionan las cargas de dispersantes de los organismos o las cargas corporales de hidrocarburo dispersado con los cambios en la reproducción o en la función inmune.”

Mitchelmore señala que los valores de DL₅₀ para el dispersante mismo o para las mezclas de petróleo disperso varían mucho entre diferentes especies e incluso entre diferentes etapas de la vida de una misma especie: “En la literatura científica se pueden ver diferencias en los órdenes de magnitud de la toxicidad de los productos Corexit dependiendo de las especies y etapas de la vida.” Por ejemplo, dice, entre los 13 dispersantes autorizados que figuran en el Plan Nacional de Contingencia de la Lista de Productos de la EPA,¹⁸ el Corexit 9500 mezclado con aceite combustible número 2 aparece como el más tóxico para los peces, pero es el sexto más tóxico para los camarones.

Mientras tanto, los toxicólogos entrevistados para este artículo dicen, unánimemente, que la relevancia ecológica de los valores DL₅₀ es cuestionable. “Éstos no representan la exposición real”, dice Coelho. “Las pruebas de DL₅₀ suelen durar entre 24 y 48 horas a concentraciones sostenidas muy superiores a las que realmente vemos en el medio ambiente.” Yvonne Addassi, científica ambientalista principal de la

Oficina de Prevención y Atención de Derrames del Departamento de Caza y Pesca de California, dice que pueden obtenerse mejores resultados con pruebas del “pico y declive” de exposición, durante las cuales las concentraciones máximas descienden con el tiempo hasta representar los efectos de los ciclos de las mareas.

Sin embargo, la EPA se basa principalmente en datos sobre la DL_{50} para las comparaciones entre dispersantes, y el 20 de mayo, la agencia ordenó a la BP que eligiera un dispersante diferente con valores de DL_{50} ya sea mayores (lo que indica una menor toxicidad) o iguales a 23 ppm para *Menidia* y 18 ppm para *Myxidopsis*¹⁹ (si bien Mitchelmore señala que la directriz dice, erróneamente, “menores o iguales a”). Estos valores –tal como se reflejan en el Programa de Productos del Plan Nacional de Contingencias de la agencia,¹⁸ que ahora está en proceso de revisión– corresponden al dispersante Sea Brat # 4, fabricado por Alabaster Corporation. No obstante, la directriz de la EPA fue rechazada de inmediato por la BP, que argumentó que el Sea Brat # 4 se metaboliza transformándose en nonilfenol, una de sustancia química que altera el sistema endocrino y que podría persistir en el ambiente por años.²⁰ Los funcionarios de la BP respondieron que ninguno de los productos Corexit se degrada transformándose en nonilfenol, y cada uno de ellos se biodegrada completamente en el océano en un máximo de 28 días.

Presionada para verificar la exactitud de los datos sobre la LC_{50} , la EPA reevaluó ocho dispersantes aprobados y encontró que el Corexit 9500 era sólo “levemente tóxico” para la especie acuática invertebrada *Americamysis bahia*, y “prácticamente no tóxico” para la *M. Beryllina*.²¹ En los resultados de sus reevaluaciones, publicados por separado, Richard S. Judson y sus colegas informan

que en ninguno de los dispersantes probados se mostró una significativa actividad alteradora del sistema endocrino.²² (No se probó el Corexit 9527.) Actualmente la EPA está examinando la toxicidad aguda del petróleo crudo dulce de Luisiana, solo y en combinación con dispersantes.

Experimento en tiempo real

Desde el derrame, múltiples buques de investigación han llevado a cabo muestreos en el Golfo. David L. Jones, investigador adjunto de la Universidad del Sur de Florida, estaba a bordo del buque de investigación universitario (R/V) Weatherbird II, que informó de los resultados de un muestreo reunido de mayo 22 a 28 en tres estaciones, dos de ellas a 74 y 83 km al noreste y al sureste de la boca del pozo, respectivamente, y otra 263 km al suroeste del cabezal del pozo. El análisis de los datos del Weatherbird II realizado por la NOAA reveló concentraciones de hidrocarburos en el rango de menos de 0.5 ppm, mientras que los niveles de hidrocarburos poliaromáticos (HPA) se midieron en partes por billón.²³ Por otra parte, los resultados de las pruebas de toxicidad de los rotíferos obtenidos por científicos en el R/V Brooks McCall, arrendado a la BP, aún no habían detectado una mortalidad de los organismos por encima del 20% en ninguna muestra, según Coelho, coordinador de las actividades de investigación del Brooks McCall.

Pero David Valentine, profesor de geoquímica microbiana en la Universidad de California en Santa Barbara, dice haber recogido entre el 11 y el 20 de junio, mientras se hallaba a bordo del R/V Cabo Hatteras, muestras que pueden ser motivo de preocupación. Valentine observó disminuciones del nivel de oxígeno de 5 a 35% en las columnas que se hallaban a 762 o más metros de profundidad. Estas columnas se

ubicaban en un radio de 5 a 7 kilómetros del lugar del derrame, donde los niveles de hidrocarburos oscilaban entre 10.000 y 100.000 veces más que las aguas que las rodeaban.

“No tenemos ni idea de lo grande que es la columna submarina”, dice Jones. “Es posible que sólo estemos rastreando manchas de la superficie submarina que podrían ser la punta de un iceberg.”

En un mensaje publicado en su blog el 20 de junio, Samantha Joye, profesora de biología marina de la Universidad de Georgia, quien se encontraba en el Golfo a bordo del R/V Pelican y del R/V Walton Smith desde el 25 de mayo hasta el 6 de junio, afirmaba que su datos revelaron la presencia de una columna al suroeste que se extendía a más de 32 kilómetros del lugar del derrame y una columna al noreste que se podía seguir hasta a 48 km.²⁴ Joye dice que publicará en su blog los resultados “generales”, pero que se abstendría de publicar las mediciones de PAH, las cuales están en espera de ser publicadas en una revista con revisión por pares. “No puedo [revelar bases de datos reales a los medios de comunicación], pues eso las haría impublicables”, dice. “Tengan la seguridad de que las bases de datos reales se les están proporcionando en tiempo real a los respondedores –NOAA, EPA, etc.– y de que estamos haciendo todo lo posible para publicar los datos lo más pronto posible.”

En su testimonio del 9 de junio ante el Subcomité de Energía y Medio Ambiente, Joye hizo hincapié en que, debido a que el petróleo disperso bajo el agua no se puede limpiar, tiene el potencial para influir en los ecosistemas oceánicos por años.²⁵ Su destino está casi en su totalidad en las bacterias metabolizadoras, las cuales podrían promover condiciones de hipoxia o anoxia en las profundidades del océano. “[El oxígeno] de las

aguas profundas no se repone *in situ* mediante la fotosíntesis”, dice. “Más bien, es remplazado por procesos físicos”, es decir, las aguas de “dan vuelta” (suben a la superficie) cada pocas décadas. Si la profundidad del Golfo se convierte en anóxica, especula, los microbios podrían cambiar a la reducción de los sulfatos (en lugar del metabolismo aeróbico, que depende de oxígeno), elevando el potencial de grandes volúmenes de agua anóxica y sulfurosa.

Joye dice que estos impactos podrían extenderse progresivamente hacia el este de la plataforma oeste de la Florida, una franja de rocas y arrecifes de coral a lo largo de la costa, a profundidades de aproximadamente 48 a 122 metros. Esta zona marina protegida contiene el hábitat crucial para algunas de las especies de peces más importantes del Golfo comercialmente hablando, como el mero, dice Jones. “El plancton en la base de la cadena alimentaria podría verse afectado, y se podría ver una toxicidad elevada entre las especies jóvenes en general”, dice. “Si una masa de meros se agrupa para desovar en un área contaminada, los adultos pueden llegar a sobrevivir, mientras que las crías podrían morir.”

Sin embargo, Joye admite que cuanto más se alejen los científicos del lugar del derrame, más difícil será para ellos relacionar la contaminación de hidrocarburos con el derrame frente a las filtraciones naturales, que se calcula emiten 91 a 231 millones de litros de petróleo en el Golfo cada año.²⁶ El Golfo se suele describir como un mar cuyo fondo marino presenta “fugas”, donde algunas comunidades biológicas se han adaptado para metabolizar el petróleo y limitar sus impactos, dice Joye. Pero si bien estas criaturas pueden tolerar los hidrocarburos y niveles bajos de OD, el impacto “de la explosión de la BP constituirá un reto para su toleran-

cia... más allá de cualquier insulto anterior”, añade.

No es la primera vez

De las historias más notables surgidas de este desastre se infiere que los avances en la perforación en aguas profundas no se han visto acompañados por un progreso igual en materia de respuesta a los derrames. De hecho, las respuestas al desastre de la plataforma Deepwater Horizon son esencialmente las mismas que las aplicadas durante otro derrame masivo en el Golfo de 30 años antes: barreras de contención, desnatadores, dispersantes, intentos fallidos de “taponar” y, por último, nuevos pozos de relevo. En ese derrame, provocado por la explosión de una plataforma petrolífera operada por PEMEX (la petrolera nacional de México) a una profundidad de alrededor de 90 metros en el agua y a una distancia de 80.5 kilómetros al noroeste de Ciudad del Carmen, se derramaron más de 552 millones de litros de petróleo antes de que se perforaran los pozos de relevo nueve meses más tarde. Para combatir el derrame se utilizaron más de 9.5 millones de litros de dispersante (alrededor del 75% de los cuales fueron de productos Corexit), de acuerdo con Olof Linden, profesor de la Universidad Marítima Mundial y coautor de un artículo de investigación de 1981, sobre el derrame de PEMEX.²⁷

“Me sorprende que no exista una solución razonable, con excepción de la perforación de nuevos pozos de relevo; después de todo, cabría esperar que después de 30 años se hubieran hecho algunos avances en el desarrollo de técnicas alternativas para recoger el petróleo de los derrames de los fondos marinos”, dice Linden. En contraste con el pesimismo rampante que rodea al derrame actual, Linden muestra un punto de vista más opti-

mista al señalar que, a diferencia de la sonda Príncipe Guillermo de Alaska, donde encalló el barco petrolero Exxon Valdez en 1989, el Golfo tiene un clima más cálido y subtropical que acelera la degradación del petróleo.

“Se tiene un enorme potencial de dilución en las aguas abiertas del Golfo”, dice Linden. “No creo que éste sea el final del Golfo de México ni de la productividad de las aguas costeras de Luisiana, Misisipi y Alabama. A mi juicio, los problemas más graves aquí son la pesca excesiva y la emisión de nutrientes orgánicos [arrastrados hacia el sur por el río Misisipi] que causan el agotamiento del oxígeno local”.

Aun así, los estudios en todo el mundo muestran que los derrames de petróleo generan impactos en las costas que pueden durar muchas décadas. A diferencia del petróleo en el mar, que es metabolizado con bastante rapidez por las bacterias aeróbicas, las playas y marismas contaminadas de petróleo dependen principalmente de la degradación anaeróbica, que es penosamente lenta en comparación. A sólo 10–15 cm bajo la arena de la playa y a 2–3 cm en los sedimentos fangosos, los niveles de oxígeno caen en picada, según Markus Heutzel, profesor de oceanografía biológica de la Universidad Estatal de Florida, quien actualmente estudia este fenómeno. Y desde estas capas anóxicas, las bolsas de petróleo pueden filtrar sustancias tóxicas durante décadas, dice. A los científicos les podría tomar todo ese tiempo llegar a comprender plenamente las consecuencias ambientales de esta catástrofe.

Charles W. Schmidt, MS,

galardonado escritor científico que radica en Portland, ME, ha publicado en las revistas *Discover*, *Science* y *Nature Medicine*.

Referencias

1. Deepwater Horizon Incident Joint Information Center. U.S. Scientific Team Draws on New Data, Multiple Scientific Methodologies to Reach Updated Estimate of Oil Flows from BP's Well [boletín de prensa]. 15 June 2010. Disponible en: <http://www.deepwaterhorizonresponse.com/go/doc/2931/661583/> [consultado julio 19, 2010].
2. Deepwater Horizon Incident Joint Information Center. The Ongoing Administration-Wide Response to the Deepwater BP Oil Spill [boletín de prensa]. 19 July 2010. Disponible en: <http://www.deepwaterhorizonresponse.com/go/doc/2931/794751/> [consultado julio 19, 2010].
3. Committee on Understanding Oil Spill Dispersants: Efficacy and Effects, Ocean Studies Board. Division on Earth and Life Studies, National Research Council. Oil Spill Dispersants: Efficacy and Effects. Washington, DC: The National Academies Press (2005).
4. Denison R. Oil spill dispersants: what part of "contingency plan" did we not understand? 24 May 2010. Environmental Defense Fund Chemicals & Nanomaterials Blog. Disponible en: <http://tinyurl.com/37mqper> [consultado julio 19, 2010].
5. ATSDR. ToxFAQs for Benzene. CAS# 71-43-2. Atlanta, GA: Agency for Toxic Substances and Disease Registry (2007).
6. ATSDR. ToxFAQs for Toluene. CAS# 108-88-3. Atlanta, GA: Agency for Toxic Substances and Disease Registry (2001).
7. ATSDR. ToxFAQs for Ethylbenzene. CAS# 100-41-4. Atlanta, GA: Agency for Toxic Substances and Disease Registry (2007).
8. ATSDR. ToxFAQs for Xylene. CAS# 1330-20-7. Atlanta, GA: Agency for Toxic Substances and Disease Registry (2007).
9. Deepwater Horizon Dispersant Use Meeting Report, May 26–27, 2010. Revision 3. Durham, NH: University of New Hampshire, Coastal Response Research Center, National Oceanic and Atmospheric Administration (4 June 2010). Disponible en: http://www.crrc.unh.edu/dwg/dwh_dispersants_use_meeting_report.pdf [consultado julio 19, 2010].
10. EPA. EPA Response to BP Spill in the Gulf of Mexico. Dispersants. Monitoring and Assessment of Dispersants Used in the BP Response [sitio de internet]. Última actualización julio 19, 2010. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency. Disponible en: <http://www.epa.gov/bpspill/dispersants.html> [consultado julio 19, 2010].
11. Nalco. Corexit® EC9527A Safety Data Sheet. Naperville, IL: Nalco Company (11 May 2010). Disponible en: http://www.deepwaterhorizonresponse.com/posted/2931/Corexit_EC9527A_MSDS.539295.pdf [consultado julio 19, 2010].
12. Nalco. Corexit® 9500 Material Safety Data Sheet. Naperville, IL: Nalco Company (11 May 2010). Disponible en: http://www.deepwaterhorizonresponse.com/posted/2931/Corexit_EC9500A_MSDS.539287.pdf [consultado julio 19, 2010].
13. EPA. EPA and NOAA Press Conference Call on Dispersant Use and Approval [transcripción]. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency (12 May 2010). Disponible en: <http://www.epa.gov/bpspill/dispersants/may12transcript-final.pdf> [consultado julio 19, 2010].
14. BP. Personal Exposure Monitoring Results Summary. Health Monitoring Summary Report—27 April 2010 to 15 July 2010. Disponible en: <http://tinyurl.com/39gm29l> [consultado julio 19, 2010].
15. Walsh J. Science 160(824):167–169 (1968).
16. EPA. National Contingency Plan Product Schedule Toxicity and Effectiveness Summaries [sitio de internet]. Last updated 16 July 2010. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency. Disponible en: http://www.epa.gov/oem/content/ncp/tox_tables.htm [consultado julio 19, 2010].
17. Wetzel D, Van Fleet ES. Cooperative Studies on the Toxicity of Dispersants and Dispersed Oil to Marine Organisms: A 3-Year Florida Study. Proceedings of the 2001 International Oil Spill Conference. Washington, DC: American Petroleum Institute (2001).
18. EPA. National Contingency Plan Product Schedule, July 2010. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency (14 July 2010). Disponible en: <http://www.epa.gov/oem/docs/oil/ncp/schedule.pdf> [consultado julio 19, 2010].
19. EPA. Dispersant Monitoring and Assessment Directive—Addendum. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency (20 May 2010). Disponible en: <http://www.epa.gov/bpspill/dispersants/directive-addendum2.pdf> [consultado julio 19, 2010].
20. BP. Letter from Douglas Suttles in response to May 19, 2010 Addendum 2 to Dispersant Monitoring and Assessment Directive ("Addendum 2"). 20 May 2010. Disponible en: <http://www.epa.gov/bpspill/dispersants/5-21bp-response.pdf> [consultado julio 19, 2010].
21. EPA. Comparative Toxicity of Eight Oil Dispersant Products on Two Gulf of Mexico Aquatic Test Species. Washington, DC: Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency (30 June 2010). Disponible en: <http://www.epa.gov/bpspill/reports/ComparativeToxTest.Final.6.30.10.pdf> [consultado julio 19, 2010].
22. Judson RS, et al. Environ Sci Technol; doi:10.1021/es102150z [online 6 July 2010].
23. NOAA. NOAA Completes Initial Analysis of Weatherbird II Water Samples: Research Part of Larger Effort to Study Spill Impacts Sub Surface [boletín de prensa]. Washington, DC: National Oceanic and Atmospheric Administration (8 June 2010). Disponible en: http://www.noaanews.noaa.gov/stories/2010/20100608_weatherbird.html [consultado julio 19, 2010].
24. Joye S. Where things stand. 20 June 2010. Gulf Oil Blog, University of Georgia Department of Marine Sciences. Disponible en: <http://gulfblog.uga.edu/> [consultado julio 19, 2010].
25. Testimony of Samantha Joye before the Subcommittee on Energy and the Environment, U.S. House of Representatives, Committee on Energy and Commerce. 9 June 2010. Washington, DC. Disponible en: <http://energycommerce.house.gov/documents/20100609/Joye.Statement.06.09.2010.pdf> [consultado julio 19, 2010].
26. Committee on Oil in the Sea: Inputs, Fates, and Effects, Ocean Studies Board and Marine Board, Divisions of Earth and Life Studies and Transportation Research Board, National Research Council. Oil in the Sea III: Inputs, Fates, and Effects. Washington, DC: The National Academies Press (2003).
27. Jernelöv A, Lindén O. Ambio 10(6):299–306 (1981).

Prepárense, hermanos

Curtis Mayfield (1942–1999)

El cambio climático

Perspectivas de salud para un mundo en proceso de calentamiento

Gran parte de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) –el gas invernadero producido en mayores cantidades por las actividades humanas– permanece durante mucho tiempo en la atmósfera, de modo que las decisiones que se tomen hoy de continuar añadiendo CO₂ a la atmósfera pueden acarrear a las generaciones futuras toda una gama de impactos sobre la salud humana y el medio ambiente, algunos de ellos sumamente graves, según un comité del Consejo Nacional de Investigación (en

inglés NCR) de EUA. En un informe en el que se examinan los efectos a corto y largo plazo de la estabilización de la temperatura de la Tierra, el comité del NCR cuantifica, en la medida de lo posible, las consecuencias de alcanzar diversas metas de estabilización para el planeta, enfocándose en EUA.¹

El informe resume la ciencia del calentamiento global en un millar de campos junto con la investigación sobre los impactos potenciales para la salud humana y otros ámbitos. Luego, el comité añade un giro: en

lugar de expresar metas climáticas en función de estabilizar las concentraciones de CO₂ en la atmósfera, los autores evalúan metas tales como la utilización del cambio en la temperatura media global como criterio cuantificable primario. Este giro permite a los autores establecer un vínculo más directo entre los impactos potenciales del cambio climático y los cambios de temperatura.

Las investigaciones realizadas hasta la fecha sugieren que muchos impactos potenciales pueden vincularse directamente con la temperatura, o bien con factores que pueden estar relacionados con la temperatura (por ejemplo, la precipitación pluvial), si bien algunos de ellos (como la acidificación del océano) están ligados directamente a la concentración de CO₂, dice Damon Matthews, de la Universidad Concordia, coautor

Selección de impactos potenciales¹

(por grados de incremento de la temperatura global)

1–2°C de calentamiento

Fuego

- Incremento de 200–400% del área quemada por grados en algunas partes del oeste de Estados Unidos

1–4°C de calentamiento

Lluvia

- 5–10% menos de lluvia por grado en tiempos de secas en el Mediterráneo, el noroeste de Norteamérica y el sur de África
- 5–10% más de lluvia por grado en Alaska y en otras latitudes elevadas del Hemisferio Norte
- 3–10% más de lluvias intensas por grado en la mayoría de las áreas de tierra

Ríos

- Reducción de un 5–10% de caudal por grado en las cuencas de algunos ríos, incluyendo el Arkansas y el Río Bravo

Alimentos

- Reducción de un 5–15% de producción de maíz de EUA, maíz africano y trigo de la India por grado

Hielo marino

- Reducción en un 15% del promedio anual del hielo marino en el Ártico por grado

3°C de calentamiento

Costas

- Pérdida de unos 250,000 km² de tierras secas y húmedas
- Millones más de personas en riesgo de inundaciones costeras

Temperaturas extremas

- Se espera que 9 de cada 10 veranos sean más calientes de lo que fueron, con excepción de uno, los últimos 20 veranos del siglo xx en casi todas las áreas de tierra

4°C de calentamiento

Temperaturas extremas

- Aproximadamente 9 de cada 10 veranos serían más calientes que los más calurosos que ha habido en las últimas décadas del siglo xx en casi todas las áreas de tierra

5°C de calentamiento

Alimentos

- Pérdidas de la producción en la mayoría de las regiones y potencial duplicación de los precios globales de los granos

Imagen: Shutterstock

¹Publicado originalmente en *Environmental Health Perspectives*, volumen 118, número 9, septiembre de 2010, página A382.

del informe. “Pero en este informe estábamos... observando los impactos adicionales que cabría esperar de determinado grado de cambio en la temperatura global”, señala Katharine Hayhoe, otra coautora, de la Universidad Tecnológica de Texas. Dados los impactos anticipados para un incremento de entre 1 y 5°C, el equipo de investigadores, al decir de Hayhoe, “trabajó en sentido inverso y se preguntó: ‘Si elegimos una temperatura meta con base en un riesgo que sea aceptable [para la sociedad], entonces ¿eso qué implicaciones tiene respecto a los niveles de CO₂ a los que debemos aspirar?’”

Las cosas cambiaron para los investigadores del cambio climático hace unos cinco años, cuando los modelos climáticos comenzaron a tomar en cuenta como factor el ciclo de carbono, facilitando la inclusión de perspectivas específicas de emisiones de CO₂ y la vinculación de éstos con la temperatura, dice Matthews. En 2009 Matthews y sus colegas describieron el esquema de vinculación de la respuesta en términos de temperatura con las emisiones de carbono, constructo conocido como la respuesta climática al carbono.² La respuesta climática al carbono –la proporción entre el cambio de temperatura y las emisiones acumulativas de carbono– “permite inferir el cambio en la temperatura media global inducida por el CO₂ directamente de las emisiones acumulativas de carbono”, escribieron Matthews y otros.² Otros tres trabajos publicados ese mismo año³⁻⁵ proponían un marco similar y demostraron “una respuesta en términos de temperatura sorprendentemente consistente a un nivel dado de emisiones acumulativas de carbono”, según señala el informe del NCR.¹

El informe del NCR examina tres tipos principales de estrés relacionado con la salud que se esperan como consecuencia del incremento de las temperaturas promedio: enfermedades e infecciones transmitidas por

huéspedes animales, moscos y otros vectores; enfermedades y muertes relacionadas con el calor extremo y problemas de salud debidos a la contaminación ambiental (por ejemplo, los relacionados con el incremento de la formación de ozono) y a la contaminación del agua (por ejemplo, los relacionados con la frecuencia incrementada de las precipitaciones pluviales intensas).

En una discusión, el informe resume las investigaciones sobre una ola de calor que provocó 692 muertes relacionadas con el calor extremo en la ciudad⁶ y las extrapola para predecir cuántas olas de calor y muertes podrían ocurrir con cada grado de elevación de la temperatura. Por ejemplo, si la temperatura media global cambiara 2°C, se prevé que las tasas anuales promedio de mortalidad serían iguales a las de 1995, mientras que con un cambio de 4°C en la temperatura media global se calcula que la mortalidad anual promedio sería el doble de lo que fue en 1995, y se prevé que haya olas de calor similares a la de 1995 con una frecuencia de tres veces al año.⁷

Sin embargo, es difícil cuantificar el impacto que los cambios de temperatura global tendrían en la salud humana con cada grado de incremento, y deben tomarse en cuenta muchos factores que generan confusión, entre ellos el comportamiento, señala Christopher Portier, actual director del Centro Nacional de Salud Ambiental y de la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. En su puesto anterior como asesor principal del Instituto Nacional de Ciencias de la Salud Ambiental, Portier dirigió un grupo de trabajo federal que publicó un informe sobre 11 categorías de enfermedades y otras consecuencias que el cambio climático puede tener sobre la salud.⁸ Ese informe destacó una enorme necesidad de realizar investigación para comprender mejor los vínculos entre el calentamiento

global y los efectos sobre la salud humana, dice Portier.

El informe del NCR se publicó apenas unos días antes de que el líder mayoritario del Senado, Harry Reid (senador democrático por Nevada) anunciara que no había habido suficientes votos a favor de una legislación sobre el cambio climático, lo cual significa que el Congreso no aprobará ninguna ley sobre el cambio climático en el año 2010. Tim Profeta, director del Instituto Nicholas de Soluciones en Política Ambiental en la Universidad Duke, sostiene que leyó el informe del NCR el mismo día en que fracasaba en el senado la legislación sobre el clima. “Eso creó una notoria yuxtaposición”, dice, “que nos muestra los dos retos que tenemos ante nosotros, así como la cantidad de trabajo que necesitamos hacer.”

Catherine M. Cooney,

escritora científica de Washington, DC, ha publicado en *Environmental Science & Technology* y *Greenwire*.

Referencias

1. Committee on Stabilization Targets for Atmospheric Greenhouse Gas Concentrations, National Research Council. Climate Stabilization Targets: Emissions, Concentrations, and Impacts over Decades to Millennia. Washington, DC: National Academies Press (2010).
2. Matthews HD, et al. *Nature* 459(7248):829–832 (2009); doi:10.1038/nature08047.
3. Allen MR, et al. *Nature* 458(7242):1163–1166 (2009); doi:10.1038/nature08019.
4. Meinshausen M, et al. *Nature* 458(7242):1158–1162 (2009); doi:10.1038/nature08017.
5. Zickfeld K, et al. *Proc Natl Acad Sci USA* 106(38):16129–16134 (2009); doi: 10.1073/pnas.0805800106.
6. Kaiser R, et al. *Am J Public Health* 97(Suppl 1):S158–S162 (2007); doi:10.2105/AJPH.2006.100081.
7. Hayhoe K, et al. *J Great Lakes Res* 36(sp2):94–105 (2010); doi:10.1016/j.jglr.2010.03.011.
8. Portier CJ, et al. *A Human Health Perspective on Climate Change: A Report Outlining the Research Needs on the Human Health Effects of Climate Change*. 22 April 2010. Research Triangle Park, NC: Environmental Health Perspectives/ National Institute of Environmental Health Sciences; doi:10.1289/ehp.1002272.

Un yacimiento frío y duro*

La controversia en torno a las perforaciones en el Ártico

Imagen: Joseph Tart/EHP
(mapa índice de Plano Oficial
de Protracción cortesía de BOEMRE)

*Publicado originalmente en *Environmental Health Perspectives*, volumen 118, número 9, septiembre de 2010, páginas A394-A397.

El 27 de mayo de 2010, tras la explosión de la plataforma petrolífera Deepwater Horizon, de la compañía British Petroleum, que provocó un derrame de petróleo crudo en el Golfo de México, la administración del presidente Obama anunció que suspendería temporalmente los planes de perforación de pozos costa afuera en el Océano Ártico, uno de los ecosistemas más prístinos del planeta.¹ Esta decisión, aplaudida por los grupos ambientalistas, constituyó un gran revés para la industria petrolera, que se preparaba para explotar lo que se esperaba sería una gran cantidad de petróleo y gas situada bajo las peligrosas aguas del Ártico, donde soplan vientos continuos a una velocidad de entre 48 y 80 kilómetros por hora, y donde el tráfico marino se ve amenazado por enormes pedazos flotantes de “bloques de hielo” que miden más de 100 m de ancho y varios metros de espesor.

Con la creciente explotación de reservas en aguas poco profundas cerca de las costas del Golfo de México, las compañías petroleras se están viendo obligadas a adentrarse en terrenos que suponen retos mayores con objeto de sostener la producción doméstica de energía. Esto implica penetrar en una geología mucho más profunda en el Golfo de México –que en gran parte se encuentra a más de kilómetro y medio por debajo del agua– y también en algunos emplazamientos ecológicamente frágiles a poca distancia de la costa de Alaska.

En las décadas pasadas, las compañías petroleras no dieron prioridad al desarrollo costa afuera en el Ártico porque resultaba muy costoso perforar allí. Los precios del petróleo sencillamente no eran lo suficientemente elevados para sustentar ventanas de producción limitadas a apenas unos meses en el verano, cuando el deshielo de los mares permite perforar, según explica Layla Hughes, abogada y funcionaria a cargo del programa

de petróleo, gas y tráfico marino en el Ártico del Fondo Mundial para la Naturaleza (en inglés, WWF) en Juneau. Sin embargo, conforme han ido creciendo las economías de China, India y Brasil, las demandas globales de combustible se han incrementado,² elevando los precios y volviendo económicamente viable el desarrollo costa afuera del Ártico. “Los precios comenzaron a subir a finales de los noventa, y los pronósticos indican que se mantendrán elevados”, dice Hughes.

Ahora las compañías petroleras tienen que probar que pueden extraer esos recursos de manera segura, sin poner en riesgo un ecosistema que acaso no se recupere nunca de los efectos de un gran estallido. Dana Wetzel, una ecotoxicóloga del laboratorio marino Mote con diez años de experiencia en el Ártico, señala que la degradación del petróleo depende en gran medida de la temperatura. Cuando se lo expone al agua gélida, el petróleo se transforma rápidamente en una sustancia espesa, semejante al alquitrán, que los microbios no pueden degradar fácilmente.

El derrame del Exxon Valdez en 1989, ocurrido a aproximadamente 640 kilómetros al sur del Círculo Ártico, probablemente minimice la importancia de todo el impacto ambiental que tendría un estallido aun más al norte. “Valdez fue un derrame terrible en un rico ecosistema marino, pero el petróleo no llegó a cubrir el hielo del mar”, dice Wetzel. “Si contaminas el hielo marino con petróleo, jamás podrás deshacerte de éste. Y esos témpanos de hielo son el hogar de las morsas, focas y osos polares. Muchas personas sobreviven allí gracias a la caza de subsistencia, y el contaminar sus alimentos es uno de los mayores golpes morales que se puede asestar a esas comunidades.”³

Exploración interrumpida

Se calcula que la plataforma continental externa (en inglés, OCS) de Alas-

ka, una franja de territorio sumergido que se encuentra bajo el control federal de EUA, contiene 23% del petróleo técnicamente recuperable⁴ de la nación (26 650 millones de barriles) y 21% del total del gas natural técnicamente recuperable (3.74 billones de metros cúbicos), según la evaluación exhaustiva más reciente realizada por el Servicio de Administración de Minerales (en inglés, MMS) de EUA,⁵ reorganizado en junio de 2010 con un nuevo nombre: Oficina de Manejo, Regulación y Control de la Energía Oceánica, o BOEMRE.⁶ El cálculo de estos recursos proyectados se basó en supuestos sobre la naturaleza y la magnitud de las formaciones geológicas en el área, según Richard Ranger, asesor principal de políticas del Instituto Americano del Petróleo en Washington, DC. Si estos cálculos se ven confirmados por las perforaciones exploratorias, lo que a su vez confirmaría los volúmenes estimados de petróleo y su valor financiero proyectado, la OCS de Alaska quedará en el segundo lugar, después del Golfo de México, en cuanto a producción doméstica futura.

El gobierno federal administra los recursos de petróleo y gas de la OCS cerca de la costa de Alaska y también del Golfo de México, así como a lo largo de las costas del Pacífico y del Atlántico, valiéndose de un proceso multietápico. El Departamento del Interior decide primero cuáles son las áreas disponibles para ser perforadas y después vende derechos de usufructo de esas áreas al mejor postor. Con la venta del usufructo N° 193, la compañía Royal Dutch Shell, PCL, la única preparada para perforar este año en la OCS de Alaska, pagó 2 200 millones de dólares por los derechos para explorar en el Mar Chukchi, al oeste de Barrow, la ciudad más al norte de todo el estado.⁷

Esa venta, realizada en el año 2008, permitió a la compañía Shell utilizar tecnología sísmica para llevar

a cabo búsquedas geofísicas de petróleo y gas en el Chukchi y también presentar un plan de exploración que detallaba la forma en que la compañía pensaba perforar los pozos para confirmar si había petróleo en los emplazamientos donde se sospechaba la presencia del crudo. El entonces MMS examinó el plan de exploración de la Shell y en diciembre de 2009 dio luz verde a la compañía para perforar tres pozos exploratorios en el Chukchi y dos más en el vecino Mar de Beaufort, al este de Barrow, zona para la cual la compañía Shell había adquirido derechos de exploración en una venta anterior del usufructo, según Curtis Smith, vocero de la compañía.

Sin embargo, después de que explotó la plataforma petrolífera Deepwater Horizon el 20 de abril, las operaciones costa afuera en todas las aguas de EUA quedaron sometidas a un intenso escrutinio. Antes del desastre, ambas compañías petroleras y el MMS habían podido promover el desarrollo del Ártico con base en lo que cada uno de ellos afirmaba era una historia de perforaciones seguras en el Golfo de México. El MMS consideró que había pocas probabilidades de un estallido en el Ártico, según sus propias investigaciones, que demostraban que sólo “cuatro de los catorce mil pozos estudiados [en el Golfo] habían presentado estallidos, y en el incidente más grande se habían derramado doscientos barriles de petróleo”, señala John Callahan, vocero del BOEMRE.

Se discute si los 4.9 millones de barriles (779 millones de litros) de petróleo recientemente derramados en el Golfo⁸ sobrepasan ese límite récord de seguridad. Sin embargo, lo que sí está claro es que el derrame generó nuevas preocupaciones en torno a las perforaciones costa afuera en el Ártico, donde los bloques de hielo, las tormentas y el intenso frío invernal podrían obstaculizar gravemente los

esfuerzos para contener un estallido potencial.

El 27 de mayo, justo cuando debía expirar una moratoria de un mes a las perforaciones, la administración la extendió por seis meses más para las operaciones en aguas profundas en el Golfo de México, argumentando que esta pausa era necesaria para asegurarse de que las compañías petroleras que trabajan a profundidades extremas tengan una capacidad adecuada para prevenir derrames y responder a ellos en caso de que los haya.¹ La administración anunció también que no se considerarán antes del año 2011 las solicitudes de permisos para perforar en la OCS de Alaska. “[Las solicitudes de permisos para perforar] son la aprobación definitiva indispensable para realizar perforaciones bajo un plan de exploración previamente aprobado”, explica Peter Van Tuyn, un abogado ambiental radicado en Anchorage, que representa a grupos conservacionistas y a las poblaciones indígenas locales.

Tras la suspensión federal, los planes de exploración de la Shell recibieron otro golpe el 21 de julio, cuando la Corte Federal de Distrito de Alaska resolvió que el MMS no había tomado en cuenta suficientemente las amenazas ambientales que planteaban las actividades de perforación asociadas a la venta de derechos de usufructo N° 193.⁹ La política ambiental nacional exige que el MMS haga una declaración de impacto ambiental para cada una de sus ventas de usufructo en la OCS. No obstante, la corte tomó partido por la Corte Federal de Distrito de Alaska, un gobierno tribal que reside en la costa del Chukchi, en su litigio en contra del secretario del Interior Kenneth Salazar, y sostuvo que en el caso de la venta de derechos de usufructo N° 193 la declaración del impacto ambiental realizada por la dependencia no había analizado los impactos potenciales del desarrollo

de gas natural (puesto que abordaba únicamente el desarrollo petrolífero). Tampoco había determinado si la “información científica faltante” (relacionada principalmente con la ecología de los osos polares y las morsas, dice Van Tuyn) era “relevante o esencial” para proteger los recursos naturales de las operaciones de perforación. Por lo tanto, la corte emitió una orden de cese y desistimiento en contra de todas las actividades pendientes bajo la venta del usufructo, impidiendo de hecho a la compañía Shell perforar en el mar Chukchi hasta que el BOEMRE revise su evaluación ambiental.

Smith admite que estos reverses generan incertidumbre para la compañía, que, dice, ha invertido 3 500 millones de dólares en sus operaciones en la OCS de Alaska, incluyendo no sólo el valor de su adquisición del usufructo sino también de su infraestructura de respuesta a los derrames de petróleo, presteza operativa, investigaciones sísmicas e investigación. “No estamos seguros del impacto que [la decisión del 21 de julio] pueda tener en nuestras aspiraciones a perforar en el 2011”, dice Smith. “Si bien el fallo nos decepcionó, el juez no anuló la venta de los derechos de usufructo, y sus inquietudes específicas pueden verse prontamente remediadas siempre y cuando el BOEMRE termine el trabajo en cuestión.” Callahan sólo respondió que la dependencia está examinando detenidamente la decisión de la corte de Alaska y decidiendo la mejor manera de acatarla.

El argumento a favor de las perforaciones

Chuck Clusen, director del proyecto de Alaska del Consejo para la Defensa de los Recursos Naturales, describe a la compañía Shell como la empresa costa afuera más grande, por mucho, en toda esa área. “La Shell está a la vanguardia, y las demás compañías

están rezagadas, esperando que comience para poder ver qué sucede y entonces actuar por su cuenta", dice. Entre otras compañías con operaciones preliminares en la OCS de Alaska se incluyen Chevron, Conoco Philips, Statoil (una compañía noruega), ExxonMobil y BP, según Ranger. La BP ha empleado más de una década en desarrollar su controvertido Proyecto Liberty, que se propone extraer 100 millones de barriles de petróleo de lo profundo del Mar de Beaufort. La compañía planeaba obtener acceso al petróleo con un pozo horizontal de "alcance extendido", excavado desde una isla de grava construida a 4.8 km de la costa en la bahía Prudhoe. Con

una excavación, primero de 3.2 km hacia abajo, y después, de entre 9.6 a 13 km horizontalmente hacia afuera, hasta la reserva de petróleo, este sería el pozo de alcance extendido más largo que jamás se hubiera creado, dice Ranger.

Sin embargo, tras el desastre de Deepwater Horizon, los planes de perforación costa afuera de la BP en Alaska parecen estar suspendidos. La compañía tiene que solicitar todavía un permiso para perforar en el Mar de Beaufort, dice Callahan, y según Ranger, la BP ha indicado que probablemente retrasará el proyecto.

Mientras las perforaciones costa afuera en el Ártico esperan para con-

tinuar, la pregunta esencial es si esto puede hacerse de un modo seguro. La industria petrolífera insiste en que la respuesta es afirmativa. Ranger sostiene que las profundidades que se están considerando actualmente para el Ártico de EUA no exceden los 150 metros, mientras que para el Golfo de México se piensa en profundidades de 1 500 metros o más. Además, los flujos de petróleo tienen una presión mucho menor en la región, dice. Mientras que el Prospecto Macondo (el emplazamiento geológico de la plataforma petrolífera Deepwater Horizon) derrama petróleo con un caudal de 15 000 psi, Smith señala que los datos históricos describían los caudales esperados en la OCS de Alaska como de apenas 6 000 psi. Esta cifra presentada por la compañía Shell durante las perforaciones exploratorias anteriores en los mares de Chukchi y Beaufort, según Smith no ha sido confirmada por los expertos externos, y Callahan no respondió a las indagaciones sobre la revisión externa de los cálculos de la presión sobre el cabezal del pozo presentados por la Shell.

No obstante, la baja presión se plantea como un argumento clave para sostener que es seguro perforar el Ártico. Según Ranger, las compañías que estudian los proyectos potenciales en el Ártico de EUA consideran que las aguas poco profundas permitirán a los buzos y a los sumergibles responder con mayor facilidad a un estallido potencial, y a la vez las presiones bajas hacen menos probable en general que se presenten estallidos. En una carta con fecha del 14 de mayo dirigida a la anterior directora del MMS, S. Elizabeth Birnbaum, el presidente de la Shell, Marvin Odum, asumió una postura similar. "Dada la diferencia entre la presión prevista en el fondo de la perforación en el pozo de Macondo y en los pozos que hemos planeado para el 2010, nuestro margen de operaciones seguras en Alaska es mucho mayor

El componente internacional

El desarrollo costa afuera del Ártico también ha tenido un componente internacional, dado que siete naciones circumpolares—Estados Unidos, Rusia, Canadá, Noruega, Groenlandia, Islandia y Suecia—reclaman derechos sobre un territorio sumergido en la región que podría contener hasta 25% de las reservas restantes de petróleo en el mundo. En una operación estrechamente vigilada, la compañía escocesa Cairn Energy está perforando pozos de exploración en el Estrecho de Davis, una zona de hielo entre Groenlandia y la isla de Baffin. La compañía Statoil ya está perforando para extraer gas natural en el Mar de Barents en un punto ubicado aproximadamente a 90 millas al noroeste de Hammerfest, Noruega.

Patrick Lewis, del Programa Internacional del Ártico del WWF, señala que hay muy poco del fondo marino accesible del Ártico que no haya sido reclamado por un país u otro. "Y hay una total ausencia de regulaciones internacionales sobre las industrias del petróleo y del gas", dice. "Mientras que otros sectores globales, como el del tráfico marítimo, están regulados a nivel internacional, el sector del petróleo sigue dependiendo de regulaciones [a nivel nacional] que con frecuencia son inconsistentes de una región a otra y están mal administradas."

Por ello, las compañías petroleras pueden optar por operar en áreas donde la aplicación de las reglas que rigen la seguridad ambiental —o la aplicación de esas reglas— sea más relajada. "Por desgracia", dice Lewis, "las consecuencias de un derrame considerable podrían llegar a afectar a más de una sola jurisdicción."

que el que presentaba la plataforma Deepwater Horizon, escribió.¹⁰

En la carta, Odum aducía que los lodos de perforación –lechadas de barro y otros minerales mezclados con agua o aceite que modulan los flujos de petróleo en las tuberías que conectan el cabezal del pozo en el fondo del mar a la plataforma de perforación en la superficie– serían lo suficientemente pesados para contener un estallido de baja presión. También hizo referencia a otras características de seguridad, tales como revestimientos de cemento que refuerzan la tubería revestidora, que se extiende hacia abajo desde el cabezal del pozo hasta la reserva petrolífera que está a gran profundidad bajo la tierra. La revestidora, una serie de tubos interconectados, es análoga a un telescopio, con un extremo ancho en la superficie que se va angostando a medida que cada uno de los tubos adicionales pasa por el taladro, penetrando en las capas geológicas inferiores. Cada tubo está asegurado con cemento, explica Ranger, y eso es lo que garantiza la integridad del pozo (de hecho, un trabajo inadecuado con cemento que se vio comprometido debido a que se escatimó en los costos fue una de las fallas fatales que provocaron la destrucción del pozo de la BP¹¹).

Aun así, Ranger admite que la capacidad de los servicios de respuesta para contener un estallido en caso de que ocurriera uno sería limitada. “Las leyes de la física y la química hacen que sea muy difícil eliminar un líquido, en este caso, el petróleo, de otro, esto es, del agua”, dice. “Toda respuesta a los derrames de petróleo sobre el agua es imperfecta, y nuestra capacidad de recuperar el petróleo oscila mecánicamente entre un diez y un treinta por ciento. Esas son las realidades.”

Desglose del plan de respuesta

Perforar en el Ártico sólo es viable, dice Hughes, desde julio hasta fines

de septiembre o hasta octubre. Cada año el hielo marino comienza a separarse de la costa apenas en abril, creando una franja de agua abierta que se ensancha de manera constante conocida como polinia. Para julio el agua abierta predomina en la región, si bien algunas porciones todavía se congelan ocasionalmente, y los bloques de hielo pueden ser todavía una amenaza para las operaciones de perforación. Para cuando llega noviembre, la región se ha vuelto a congelar por completo.

En el peor de los casos, podría producirse un estallido hacia el final del otoño, lo que daría lugar a un borboteo del petróleo bloqueado en la superficie por hielo recién formado, dice Rick Steiner, profesor de conservación marina de la Universidad de Alaska en Anchorage. El petróleo, inaccesible a los desnatadores, barreras de contención y otras herramientas mecánicas de recuperación, fluiría por debajo de la superficie congelada y se extendería por toda la región. “No se podría hacer nada para remediarlo hasta que el hielo se retirara de nuevo en junio”, subraya Steiner. “[La presencia del] petróleo sería visible durante décadas; podría reestructurar de manera fundamental el ecosistema del Océano Ártico, que ya se ve amenazado por los daños debidos al cambio climático.”

Smith dice que si llegara a ocurrir un derrame considerable, la compañía haría uso de su “equipo *in situ* de respuesta a los derrames de petróleo de primera categoría”, que incluye barreras de contención, desnatadores, helicópteros, embarcaciones de apoyo y otra infraestructura, todos ellos flotando a un lado del sitio de la perforación y listos para ser movilizados en un máximo de una hora. Sostiene asimismo que la Shell podría perforar un pozo de relevo dentro de un lapso de 30 días utilizando una plataforma de perforación “para hielo” que podría trabajar hasta bien avanzado el invierno. El plan de respuesta a los

derrames ha sido examinado y aprobado por la Guardia Costera de EUA, dice Smith. “También estamos en las etapas de prediseño de un domo de contención diseñado específicamente para las condiciones en el Ártico”, añade.

Sin embargo, en un mensaje publicado en un blog con fecha del 26 de mayo, Clusen escribió que la Shell no ofrece ninguna explicación de por qué ese domo habría de resultar mejor que el que falló en el Golfo. “Si bien los pozos [propuestos] en el Ártico son mucho menos profundos, son lo suficientemente fríos para producir cristales de hidrato de metano, que se formaron en el Golfo y taparon el agujero en la parte superior por el que supuestamente se extraería el petróleo, mediante un tubo, a la superficie del mar”, escribió.¹²

Es más, Hughes pone en tela de duda que sea posible perforar un pozo de relevo en menos de 30 días, y sostiene que los esfuerzos actuales por perforar esos pozos en el Prospecto Macondo –iniciados 105 días antes de que escribiéramos esto– apoyan su argumento. Patrick Lewis, funcionario a cargo de fomentar la industria responsable en el Programa Internacional del Ártico del WWF en Oslo, Noruega, añade que no hay manera de que la infraestructura de Alaska pueda manejar una respuesta a un derrame costa afuera de gran magnitud. Mientras que en el caso de Deepwater Horizon la respuesta implicó en determinado momento la intervención de más de 5 300 embarcaciones, 120 aviones, 1.3 millones de metros de barreras de contención, 6.8 millones de litros de dispersante y 42 000 personas,¹³ todos ellos desplegados desde un litoral altamente desarrollado, los litorales de Chukchi y Beaufort no cuentan con un sistema de carreteras, carecen esencialmente de instalaciones portuarias y tienen escasos aeropuertos. En su mensaje publicado en el blog el 26 de mayo, Clusen escribió que los aeropuertos

más cercanos se encuentran en Barrow y en Point Hope (a una distancia de 161 y 241 km, respectivamente, de los sitios propuestos por Shell para llevar a cabo las perforaciones); la estación más cercana de la Guardia Costera de EUA está en Kodiak, a 1 600 kilómetros de distancia.¹²

Por añadidura, es poco probable que los dispersantes químicos utilizados para dividir el petróleo en partículas minúsculas que están sujetas a una degradación microbiana subacuática más rápida resulten tan eficaces en la OCS de Alaska como lo fueron en el Golfo de México, según Carys Mitchelmore, profesora adjunta del Laboratorio Biológico de Chesapeake de la Universidad de Maryland. El buen funcionamiento de los dispersantes depende en parte de la temperatura, dice, de manera que las aplicaciones resultan más eficaces en el cabezal del pozo, donde el petróleo que brota a borbotones está caliente. Pero después de que éste sube burbujeando unos cuantos metros hacia la superficie en el agua gélida, se espesa y adopta una forma más viscosa que no responde tan bien a los dispersantes como el petróleo en un estado más líquido.

En opinión de Steiner, la Shell y otras compañías que se proponen trabajar costa afuera en el Ártico necesitan desarrollar mejores evaluaciones del riesgo de estallido, así como mejores planes de prevención y medidas de respuesta, que deben ser examinados no sólo por el BOEMRE sino también por otros organismos independientes, tales como la Academia Nacional de Ciencias o la Academia Nacional de Ingeniería. “Las compañías sencillamente no han revisado las 101 maneras en que pudiera ocurrir un estallido y, en mi opinión, no han articulado suficientemente sus planes para perforar pozos de relevo”, dice.

Callahan responde: “La Región [del BOEMRE] de Alaska puede confirmar que examinó el plan de

contingencia de la Shell y lo consideró adecuado para la época en que fue emitido. Sin embargo, a la luz del derrame de petróleo de la BP en el Golfo y de los nuevos requisitos para los planes, tendremos que revisar lo adecuado de la versión actual del plan contra derrames del proyecto.”

Cuando se le preguntó sobre el impacto del derrame del Golfo en las políticas del BOEMRE con respecto a la perforación del Ártico, Callahan dijo: “Debemos elevar el nivel de las operaciones costa afuera de petróleo y gas... haciendo que se ciñan a las normas más altas de seguridad para asegurarnos de que se atenderán a la ley y no escatimar. La estructura reguladora más firme, los requisitos de seguridad severos y la nueva dirección que estamos implementando traerán consigo cambios fundamentales en la forma en que nuestra nación supervisa las operaciones de extracción de petróleo y gas.”

La elección de un futuro

Los ambientalistas entrevistados para este artículo parecen estar resignados a la idea de que es probable que se perforo la OCS de Alaska en algún momento. “Hay mucho petróleo allí, y el estado de Alaska busca desesperadamente avanzar en este renglón”, dice Clusen. Las opiniones de los diversos grupos nativos están divididas, añade Jonny Jemming, abogado de Barrow que representa al Municipio de la Ladera Norte, gobernado por los inupiat del norte de Alaska. Si bien muchos inupiat, o nativos de Alaska, dependen en gran medida de la subsistencia marina para satisfacer sus necesidades alimentarias, sus corporaciones nativas también están sujetas a numerosos contratos con las industrias petroleras en la OCS de Alaska, dice.

Jemming señala que no es justo decir que todos los inupiat se oponen a las perforaciones costa afuera. “Se dan cuenta de que en última instancia

no tenemos control sobre la toma de estas decisiones”, dice. “Las operaciones petroleras son parte de la salud socioeconómica de la región. Pero a juzgar por lo que hemos visto, las tecnologías para la mitigación de los derrames de petróleo no son adecuadas para minimizar el riesgo que implican estas operaciones. Lo que hemos estado pidiendo son las normas de seguridad más elevadas posibles y que se las implemente antes de que tenga lugar el desarrollo. Vemos esto como un manejo oceánico razonable.”

Sin embargo, lo anterior plantea una pregunta difícil de responder: ¿Qué tendría que demostrar un plan de perforación costa afuera en el Ártico para poder ser considerado razonable? La única conclusión lógica es que demostrara que nunca podría ocurrir un estallido, o bien, que éste no implicara un riesgo inaceptable para la frágil ecología de la región. Esto establece una norma elevada, y la industria petrolera tendrá que demostrar que puede cumplir con ella.

Steiner añade que, si bien la perforación costa afuera ha tenido un amplio apoyo en Alaska, la decisión de seguir adelante con ella implica algunas elecciones fundamentales para la sociedad. “¿Hemos de continuar nuestra devastadora expansión industrial invadiendo una de las últimas áreas agrestes prístinas del mundo, y extraer y utilizar los miles de millones de toneladas de energía de carbono de fósiles almacenadas allí, degradando aun más el medio ambiente de la región y del mundo?”, pregunta. “¿O elegiremos un futuro distinto, que sea sustentable?”

Charles W. Schmidt,

Maestro en Ciencias y galardonado escritor científico de Portland, ME, ha publicado en las revistas *Discover Magazine*, *Science*, y *Nature Medicine*.

Referencias y notas

1. U.S. Department of the Interior. Salazar Calls for New Safety Measures for Offshore Oil and Gas Operations; Orders Six Month Moratorium on Deepwater Drilling [boletín de prensa]. May 27, 2010. Disponible en: <http://tinyurl.com/24evtl> [consultado agosto 10, 2010].

2. Worldwatch Institute. Vital Signs 2010. The Trends That Are Shaping Our Future. Washington, DC:Worldwatch Institute (2010).

3. Para más información sobre la dieta tradicional de las comunidades aborígenes del Ártico, ver el artículo: Lougheed E. The Changing Landscape of Arctic Traditional Food. *Environ Health Perspect* 118(9):A386–A392 (2010).

4. De acuerdo con el Informe del Congreso 2006 de la oficina para el manejo de minerales, los recursos técnicamente recuperables se definen como: “hidrocarburos potencialmente aptos para producción convencional, sin importar el tamaño, accesibilidad, o los costos de los depósitos evaluados”.

5. MMS. Report to Congress: Comprehensive Inventory of U.S. OCS Oil and Natural Gas Resources. Energy Policy Act of 2005–Section

357. Table 1(a). Washington, DC:Offshore Minerals Management Program, Minerals Management Service (February 2006; corrected 6 March 2006). Disponible en: <http://tinyurl.com/2dozjrj> [consultado agosto 10, 2010].

6. Bureau of Ocean Energy Management, Regulation and Enforcement. Salazar Swears-In Michael R. Bromwich to Lead Bureau of Ocean Energy Management, Regulation and Enforcement [boletín de prensa]. 21 June 2010. Disponible en: <http://tinyurl.com/23l62yn> [consultado agosto 10, 2010].

7. Offshore-technology.com: The Website for the Oil and Gas Industry. Chuckchi Sea Permit, Alaska, USA. London, UK; Melbourne, AU; San Francisco, CA: Net Resources International (2010). Disponible en: <http://tinyurl.com/2ewo6ue> [consultado agosto 10, 2010].

8. Deepwater Horizon Incident Joint Information Center. U.S. Scientific Teams Refine Estimates of Oil Flow from BP's Well Prior to Capping [boletín de prensa]. 2 August 2010. Disponible en: <http://tinyurl.com/365fuuh> [consultado agosto 10, 2010].

9. Native Village of Point Hope, et al. v Kenneth L. Salazar, et al., Case No. 1:08-cv-0004-RRB, Filed 21 July 2010. Disponible en: <http://tinyurl.com/2awcnkn> [consultado agosto 10, 2010].

10. Letter to S. Elizabeth Birnbaum, Minerals Management Service, from Marvin E. Odum, Shell Oil Company, 14 May 2010. Disponible en: <http://tinyurl.com/259qnvq> [consultado agosto 10, 2010].

11. Letter to Tony Hayward, BP PLC, from the U.S. House of Representatives Committee on Energy and Commerce, Subcommittee on Oversight and Investigations (Bart Stupak, Chairman). 14 June 2010. Disponible en: <http://tinyurl.com/2vwle9n> [consultado agosto 10, 2010].

12. Clusen C. Why the Obama Administration Should Cancel the Shell Exploration Work this Summer [nota en blog]. 26 May 2010. Switchboard: Natural Resources Defense Council Staff Blog. New York: Natural Resources Defense Council. Disponible en: <http://tinyurl.com/25czeu9> [consultado agosto 10, 2010].

13. Deepwater Horizon Incident Joint Information Center. Operations and Ongoing Response—July 201, 2010: Monday, July 19 Statistics [boletín de prensa]. 20 July 2010. Disponible en: <http://tinyurl.com/28wwasa> [consultado agosto 10, 2010].