

POR QUÉ ES
URGENTE
PROHIBIR EL FRACKING



Breve información sobre la ONG Food & Water Watch (FWW)

Food & Water Watch es un organismo no gubernamental, que tiene su sede en EEUU, y trabaja para asegurar que la comida y el agua que consumimos sean seguras, accesibles y producidas de forma sostenible. Para que podamos disfrutar y confiar en lo que comemos y bebemos, F&WW ayuda a la gente a conocer de dónde vienen los alimentos, a mantener asequible el agua limpia de las redes públicas -para que fluya libremente a todos los hogares-, a proteger la calidad ambiental de los océanos, a forzar al gobierno a cumplir con su trabajo de proteger a los ciudadanos, y a educar sobre la importancia de mantener los recursos compartidos bajo control público.

Food & Water Watch tiene oficinas estatales y regionales en todo el país para ayudar a involucrar a los ciudadanos interesados en los temas que nos preocupan. En nuestra página web foodandwaterwatch.org se puede obtener información actualizada de contacto para nuestras oficinas. A continuación se presenta una lista de las mismas.

Direcciones de las Oficinas regionales de Food & Water Watch en EEUU

Los Angeles, California

3000 S. Robertson Boulevard
Suite 255
Los Angeles, CA 90034
(323) 843-8450

Oakland, California

1814 Franklin Street
Suite 1100
Oakland, CA 94612
(510) 922-0720

Colorado

1740 High Street
Denver, CO 80218
(720) 449-7505

Florida

1044 NE 15th Avenue
Fort Lauderdale, FL 33304
(954) 372-1881

Illinois

811 W. Evergreen Avenue
Suite 401
Chicago, IL 60642
(773) 796-6088

Iowa

505 Fifth Avenue
Suite 818
Des Moines, IA 50309
(515) 344-4834

Maine

533 Congress Street
Portland, ME 04101
(207) 619-5845

Maryland

3121 St. Paul Street
Baltimore, MD 21218
(410) 394-7650

Michigan

2727 Second Avenue
Suite 136
Detroit, MI 48201-2654
(313) 486-1356

Nueva Jersey

100 Bayard Street
Suite 202
New Brunswick, NJ 08901
(732) 839-0860

Nueva Mexico

7804 Pan American
East Freeway NE #2
Albuquerque, NM 87109
(505) 633-7366

Nueva York

68 Jay Street
Suite 713
Brooklyn, NY 11201
(718) 943-9085

Carolina del Norte

801 Gilbert Street
Suite 204
Durham, NC 27701
(919) 794-6380

Ohio

103 William H. Taft Road
Cincinnati, OH 45219
(513) 394-6257

Oregon

917 SW Oak Street
Suite 404
Portland, OR 97205
(971) 266-4528

Pennsylvania

232 S. 4th Street
Suite 1F
Philadelphia, PA 19106
(267) 428-1903

Oficina Nacional

1616 P Street, NW
Suite 300
Washington, DC 20036
(202) 683-2500

Contacto en México

Claudia Campero
claucampero@yahoo.com



Copyright © febrero 2015 by Food & Water Watch. Todos los derechos reservados.

Este reporte se puede ver o descargar de la página web foodandwaterwatch.org.

Traducción: Gloria Tobón de Garza, miembro de la Alianza Mexicana contra el Fracking, julio de 2015. Revisión: Jill Clark-Gollub

Carta de Wenonah Hauter

Directora Ejecutiva de Food & Water Watch



En muchos sentidos, el *fracking* (fractura hidráulica) es el problema ambiental de nuestro tiempo. Afecta todos los aspectos de nuestras vidas: el agua que bebemos, el aire que respiramos, la salud de nuestras comunidades, y también está afectando el clima global del que todos dependemos.

El *fracking* enfrenta, por un lado, a los más grandes intereses corporativos -las grandes compañías de petróleo y gas y los líderes políticos que los apoyan- y, por el otro, a las personas y el medio ambiente, en una lucha a largo plazo por la sobrevivencia. Es un tema que ha cautivado los corazones y las mentes de cientos de miles de personas en todo el mundo. A pesar de los enormes recursos del Frackopolio, los movimientos ciudadanos contra el *fracking* estamos avanzando mucho en Estados Unidos y en otros países, a medida que nuestro poder colectivo sigue creciendo.

Food & Water Watch se enorgullece en trabajar codo con codo con muchas comunidades en este esfuerzo. Este informe expone el caso urgente de la prohibición de *fracking* en EEUU, sobre la base de la creciente evidencia de los daños que produce y la crisis climática inminente.

En 2009, nos alarmamos por la amenaza que representaba el *fracking* para nuestros recursos hídricos. En ese entonces, en muchas comunidades de todo el país ya había también mucha preocupación sobre otros efectos nocivos de esta técnica: aumento del tráfico de camiones, contaminación del aire y derrames de aguas residuales. Incluso habían empezado a circular fotografías y videos de agua de las llaves que se prendía al acercarse un cerillo -debido a las fugas de metano desde los pozos de *fracking* hasta las fuentes de agua potable-.

Algunos grupos ambientalistas nacionales pregonan que el gas natural es un “combustible puente” -una fuente de producción de energía mejor que otros combustibles fósiles, como el carbón, cuyas emisiones han estado calentando el planeta a un ritmo peligroso, por lo que deberían dejar de usarse. Las comunidades que ya estaban experimentando los efectos negativos de la tecnología del *fracking*, y que se estaban resistiendo contra su extensión, se sintieron traicionadas al ver que los lugares en los que viven podrían convertirse en una zona de sacrificio -con la bendición de estos ambientalistas-. Pero, en contra de lo que ellos pregonan, en los últimos años se ha acumulado un gran acervo de evidencia científica que demuestra que el *fracking* tiene el potencial de liberar grandes cantidades de metano que contribuirán a un desastre climático.

Comenzamos nuestro trabajo sobre el *fracking* con el proyecto No tan rápido, Gas Natural. Nuestro informe planteó serias dudas sobre la seguridad del *fracking* y la fiebre del gas natural promovida por la industria y el gobierno de EEUU. En ese informe, publicado en 2010, solicitamos una serie de reformas de la regulación. Pero en vista de que la información recabada continuó aumentando, al año siguiente -después de estudiar las evidencias aún mayores de los problemas inherentes al *fracking*- y darnos cuenta de la forma inadecuada en que los estados han regulado la industria del petróleo y el gas, y hacen cumplir los reglamentos, Food & Water Watch se convirtió en la primera organización nacional que pidió la prohibición total del *fracking*, y lanzamos el informe Por qué prohibir el *fracking*.

Desde la publicación de ese informe en el año 2011, se han llevado a cabo más de 150 estudios adicionales sobre una serie de temas -que incluyen: la contaminación del agua, el cambio climático, la contaminación del aire y los terremotos- los cuales refuerzan el hecho de que es demasiado peligroso continuar con el *fracking*. En vista de estos estudios, y siguiendo el ejemplo de las organizaciones de base que han estado a la vanguardia de este movimiento, se afianza cada vez más el consenso -entre los que se oponen al *fracking*- de que la prohibición es la única solución. No sólo los funcionarios federales y estatales no están regulando la práctica de la fractura hidráulica, sino que ésta es tan peligrosa y su potencial destructivo tan grande que no se puede regular, incluso si hubiera la voluntad política. Esta es la razón por la que la organización Estadounidenses contra el *Fracking*, una coalición nacional que Food & Water Watch inició en 2012, atrae apoyo creciente. La coalición cuenta ahora con más de 275 organizaciones a nivel nacional, estatal y local, que se unieron para pedir la prohibición de *fracking* y las actividades conexas.

Como se expone en este informe, hay evidencia creciente de que el *fracking* es inherentemente inseguro. Esta evidencia se basa en que el *fracking* contamina el agua y el aire, amenaza a la salud pública, provoca terremotos, perjudica las economías locales y disminuye los valores de la propiedad. Y lo más crítico para la supervivencia del planeta, es que el *fracking* agrava y acelera el cambio climático. Nos enfrentamos a una crisis climática que ya está teniendo impactos devastadores y que puede escalar a niveles catastróficos si no actuamos ahora. Desde su entrada a la presidencia, Barack Obama pregonó que el gas de lutitas es un “combustible puente”. Sin embargo, existe evidencia creciente que sugiere que en lugar de servir como un puente hacia un futuro de energía renovable, el *fracking* es un puente hacia una crisis climática.

Si bien los movimientos ambientales, de salud pública y por la alimentación han examinado la creciente evidencia y se oponen a la explotación del gas y el petróleo de lutitas, el presidente Obama y su administración han promovido agresivamente estos combustibles como una componente crítica del futuro energético de Estados Unidos. El presidente Obama ha promocionado en varias ocasiones la producción de gas y ha dicho que “debemos fortalecer nuestra posición como el principal productor de gas natural... [Éste] no sólo puede proporcionar seguridad y energía barata, sino también puede ayudar a reducir nuestras emisiones de carbono.”

Su Secretario de Energía, Ernest Moniz, que tiene lazos cercanos con la industria, ha afirmado “...no he visto ninguna evidencia de que el *fracking* per se contamine las aguas subterráneas” y “los problemas de la fractura hidráulica en términos de la huella ambiental son manejables”.

La secretaria del Interior de Obama, Sally Jewell, se ha jactado de haber trabajado en pozos de *fracking* en su carrera previa en la industria y, a pesar de los cambios radicales recientes en la forma en que se realiza el *fracking*, dijo que la “técnica ha existido por décadas”, e incluso dio a entender que la perforación direccional y el *fracking* pueden dar lugar a “una huella más leve en la tierra.” Gina McCarthy, administradora de la Agencia de Protección Ambiental (EPA), encargada de proteger el agua de las comunidades, indicó que “no hay nada inherentemente peligroso en el *fracking* que buenas prácticas de ingeniería no pueden resolver”. A su vez, la EPA ha ignorado o escondido información sobre la contaminación del agua que el *fracking* ha ocasionado en Texas, Wyoming y Pensilvania. Más recientemente, la administración y varios legisladores han estado promoviendo la exportación de gas natural licuado a países en los que se pagan precios más altos, aumentando las ya enormes ganancias de la industria de gas y petróleo, a expensas de nuestras comunidades rurales, nuestra agua y nuestro clima.

Este apoyo para el *fracking* desde los más altos niveles ha causado confusión, y creado el espacio político para que aún gobernadores con conciencia ambiental, como Jerry Brown de California -que se había pronunciado contra el cambio climático- apoyen esta técnica. En Maryland, el anterior gobernador Martin O'Malley se ha referido a éste como combustible puente y hacia el final de su gestión abrió su estado al *fracking*. El gobernador actual del estado de Maryland, Larry Hogan, se ha expresado a favor del *fracking* también. En Pensilvania, el recientemente electo gobernador Tom Wolf se ha manifestado en contra de una prohibición al *fracking* y apoya un impuesto al gas natural que profundizaría el *fracking* en el estado y haría a escuelas, servicios de salud y sociales dependientes de este ingreso.

Mientras que la administración federal hasta el momento ha ignorado la ciencia, otros están respondiendo con acción a las preocupaciones. En Nueva York, el movimiento con el que hemos estado trabajando y apoyando tuvo un gran logro cuando el gobernador Andrew Cuomo anunció en 2014 que pretende prohibir el *fracking* de gran volumen en Nueva York. Esto sucede después de años de organización y de construcción de movimiento y del reporte científico conducido por su comisionado de salud, Howard Zucker. A nivel nacional, Mark Pocan y Jan Schakowsky, miembros del congreso, introdujeron una iniciativa que prohibiría el uso de *fracking* en tierras públicas. Además en cientos de comunidades en todo el país, cabildos han votado para aprobar prohibiciones y moratorias al *fracking* y a los residuos de la práctica, mientras que otras prohibiciones han sido ganadas en las urnas.

Es hora de que el presidente Obama, y otros tomadores de decisiones, estudien detenidamente los hechos y reflexionen acerca de su legado. ¿Cómo quieren ser recordados? ¿Qué es lo que quieren que el mundo vea dentro de 20, 50 y 100 años?

En 2011 propusimos la prohibición de *fracking*, pero este nuevo informe muestra que la prohibición es urgente, ya que la evidencia es clara y abrumadora. El *fracking* es inherentemente inseguro, no se puede regular y se debe prohibir. En su lugar, deberíamos transitar en forma agresiva hacia un sistema de energía renovable y eficiente.

POR QUÉ ES URGENTE PROHIBIR EL FRACKING

ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| Resumen ejecutivo | 2 |
| Introducción | 3 |
| Impactos sobre el agua y la tierra | 4 |
| <i>Consumo de agua</i> | 6 |
| <i>Impactos sobre las aguas superficiales, los bosques y los suelos</i> | 7 |
| <i>Contaminación de acuíferos</i> | 9 |
| El metano y otros gases de hidrocarburos. | 10 |
| Gases de hidrocarburos en los acuíferos como signo de problemas futuros | 13 |
| Terremotos, rayos y trenes que explotan | 15 |
| Impactos sobre el aire y el clima | 17 |
| <i>Polvo de sílice</i> | 17 |
| <i>Subproductos de la combustión</i> | 17 |
| <i>Contaminantes que salen a la superficie</i> | 18 |
| Emisiones mayores que las estimadas por los funcionarios del gobierno | 19 |
| Aumento del calentamiento global provocado por la dependencia del gas natural | 21 |
| Salud pública, impactos económicos y sociales | 24 |
| Prohibir el <i>fracking</i> para dar paso a una energía futura segura y sostenible | 26 |

Resumen ejecutivo

Hablando del futuro del sistema energético de Estados Unidos, el término “*fracking*” significa más que sólo el proceso específico de inyectar grandes volúmenes de mezclas de agua, arena y productos químicos a gran profundidad, a una presión extrema, con el fin de crear fracturas en formaciones rocosas determinadas y hacer que el petróleo y el gas fluyan hacia arriba por el mismo pozo.

Ahora usamos el término *fracking* para referirnos a todo lo que este proceso de fractura hidráulica acarrea. Permitir más *fracking* significa que las compañías de gas y petróleo continuarán:

- **Fragmentando bosques y destruyendo paisajes** con nuevas carreteras, sitios de pozos, pilas de desechos y tuberías;
- **Competiendo por los suministros locales de agua** con la población y los agricultores locales, ya que cada pozo de *fracking* consume millones de litros;
- **Produciendo grandes volúmenes de residuos tóxicos y radiactivos**, cuya disposición en el subsuelo (a través de pozos “letrina” –que reciben aguas residuales del *fracking*) está causando terremotos y poniendo en riesgo los recursos de agua potable;
- **Provocando miles de accidentes, fugas y derrames cada año**, los cuales amenazan la salud pública y la seguridad y ponen en riesgo ríos, arroyos, acuíferos y granjas;
- **Descargando contaminantes peligrosos al aire** a expensas de las comunidades locales, familias y granjas;
- **Creando riesgos de explosión en viviendas** debido a la contaminación de pozos de agua con metano y otros gases inflamables;
- **Poniendo en riesgo acuíferos por generaciones** mediante la creación de nuevas vías potenciales de flujo de contaminantes por los siguientes años y décadas;

- **Desestabilización del clima** -del que todos dependemos- con emisiones de dióxido de carbono y metano, y con la contaminación futura resultante de nuevos proyectos de infraestructura para extracción de petróleo y gas;
- **Trastornos en la vida de las comunidades locales** con amplias consecuencias para la salud física y mental de sus habitantes, aumento de la demanda de servicios de emergencias y otros servicios sociales, daños a las vías públicas, disminución del valor de la propiedad, aumento del crimen y pérdidas en sectores establecidos de las economías locales;

En 2011, Food & Water Watch planteó la prohibición del *fracking*, debido a los riesgos y los daños significativos que acompañan a esta práctica. Ahora, algunos años después, numerosos estudios revisados por pares, publicados en revistas científicas, legales y políticas, han ampliado lo que se conocía –y aclarado lo que se desconocía– en relación a los efectos sobre el medio ambiente, la salud pública y los impactos socioeconómicos que se derivan del *fracking*. En este informe, Food & Water Watch examina la evidencia científica y renueva su llamado a la prohibición.

Los daños que produce el *fracking* están comprobados; además las preguntas que permanecen abiertas implican un riesgo inaceptable. Esta técnica no es segura, aunque las regulaciones sean más estrictas, incluso si se hacen cumplir de manera adecuada. En EEUU se está prohibiendo el *fracking* en muchos condados; en otros se han aprobado moratorias y leyes de zonificación para tratar de proteger a las comunidades, pero para proteger a las comunidades son necesarias acciones inmediatas a nivel federal y estatal.

El único camino hacia un futuro ecológica y económicamente sostenible es reconstruir el sistema de energía del país y las economías locales en torno a soluciones seguras que involucren eficiencia, conservación y recursos renovables. El *fracking* nos lleva en la dirección equivocada.



FOTO DE HENDRICK VOSS

Introducción

La fractura hidráulica permite que las compañías de petróleo y gas exploten, por medio de pozos, capas subterráneas en las que estos energéticos no pueden fluir fácilmente, por estar atrapados en las rocas. Mediante la perforación de pozos a través de las formaciones rocosas, y la inyección subsecuente de una mezcla de agua, arena y productos químicos a presión extrema, se crean fracturas apuntaladas por la arena, que dejan disponible el petróleo y el gas que contienen las rocas, y les permiten fluir a la superficie.

En respuesta a la disminución en la producción convencional de petróleo y gas en Estados Unidos, y a la falta de acceso a muchas fuentes internacionales¹, muchas empresas están ahora perforando pozos de *fracking* a una escala sin precedentes. (Ver cuadro 1). También se están inyectando ácidos, particularmente en California y cada vez más en Florida, con el fin de abrir nuevas vías para que fluyan el petróleo y el gas, en combinación o no con las fracturas.²

La industria del petróleo y el gas goza de un status favorecido por la ley; y tiene una posición arraigada en la política, la economía y las instituciones estadounidenses. Esto crea una inercia que pone en peligro las generaciones actuales y futuras, y también nuestra economía, ya que nos enfrentamos a las consecuencias del calentamiento global y el legado de la contaminación causada por la industria.

En el ámbito federal y en muchos estados, se está fomentando la perforación y la fractura hidráulica para la extracción del petróleo y el gas. La parálisis política y legislativa creciente en Washington, DC, ha ayudado a mantener este statu quo.¹⁴ Las empresas de petróleo y gas, de ingeniería y construcción, consultorías ambientales, asociaciones de comercio, relaciones públicas y empresas de marketing, instituciones financieras y grandes inversores individuales, que tienen grandes participaciones en la producción de petróleo y gas, han obtenido y continuarán obteniendo provecho de este statu quo.

Cuadro 1 • La escala del fracking

Para fracturar hidráulicamente un pozo moderno de petróleo o de gas en tierra, se inyectan -en repetidas ocasiones- millones de litros de agua, toneladas de arena y miles de litros de productos químicos, por lo general en varias decenas de etapas a lo largo de más de 2 kilómetros de un túnel o pozo horizontal de varias pulgadas de ancho, perforado a través de una formación rocosa a miles de metros bajo tierra. Las compañías de petróleo y gas están haciendo esto más de 20,000 veces al año en Estados Unidos para extraer gas de lutitas, y gas y petróleo en formaciones compactas.³ El uso de ácidos para permitir un flujo más expedito de petróleo y gas es común y no siempre se hace a presiones para inducir fracturas. Cuánto *fracking* se hace en el mar es desconocido, pero la práctica se está extendiendo y es un interés de la industria.⁴

En 2012, la Administración de Información sobre Energía (EIA por sus siglas en inglés) de Estados Unidos estimó que para extraer las cantidades proyectadas de gas de lutitas técnicamente “recuperables” (como si se recuperara algo perdido) se requeriría la perforación y fractura hidráulica de más de 630,000 nuevos pozos en tierra.⁵ Si esto sucede, muchos de los miles de pozos podrían presentar problemas relacionados con la cementación y la carcasa desde el principio; además, todos ellos envejecerán y se degradarán durante los años y décadas posteriores, poniendo en riesgo las fuentes subterráneas de agua potable.⁶ Dado que las fracturas iniciales liberan sólo una pequeña fracción del petróleo o del gas atrapados en rocas específicas, la industria también refracturará muchos miles de estos pozos, para tratar de revertir los descensos típicamente rápidos en la producción que tienen lugar con el tiempo.⁷

Un análisis que realizó el Wall Street Journal en 2013 encontró que más de 15 millones de estadounidenses están viviendo a no más de una milla (1.6 kms.) de pozos de *fracking* perforados desde el año 2000, en que empezaron las operaciones de fractura hidráulica a gran escala.⁸ Muchos más viven al lado de otras infraestructuras contaminantes que soportan la producción de petróleo y gas, incluyendo plantas de procesamiento, estaciones de compresión y refinerías. Cientos de comunidades han aprobado acciones en contra de la perforación, el *fracking* y la infraestructura de apoyo.⁹

Las compañías de petróleo y gas han acumulado más de \$100 mil millones de dólares en deuda, en gran parte para apoyar la perforación, la fractura hidráulica y la infraestructura relacionada.¹⁰ Datos de las principales compañías de petróleo y gas que cotizan en bolsa indican que, de 2008 a 2012, el gasto de capital colectivo aumentó en 32 por ciento aproximadamente, mientras que, al mismo tiempo, la producción petrolífera se redujo en cerca del 9 por ciento.¹¹ Evidentemente, la industria apuesta que un aumento en la perforación y fractura hidráulica hacia el futuro, junto con el aumento de las exportaciones de petróleo y gas natural, se traducirán eventualmente en ganancias, bajo el supuesto de que los precios de gas y petróleo aumenten.¹² La burbuja de la industria va a estallar, entre otras cosas porque la dependencia sistemática que la sociedad tiene con los combustibles fósiles está planteando una amenaza existencial, al desestabilizar nuestro clima.¹³

La política energética de los Estados Unidos está secuestrada por la industria del petróleo y el gas, como lo indican las puertas giratorias y los lazos estructurales entre la industria y las agencias estatales y federales,¹⁵ los grupos de investigación académicos que actúan como laboratorios industriales satelitales, los grupos de expertos que proveen consejos e ideas (think tanks),¹⁶ el control industrial del acceso a datos y sitios,¹⁷ así como los conocimientos técnicos específicos.¹⁸ La influencia de esta industria se refleja en las exenciones de que goza en las disposiciones clave de todas las leyes ambientales emblemáticas, como la de Aire Limpio, la de Agua Potable Segura, la de Agua Limpia y las regulaciones de residuos peligrosos.¹⁹

El statu quo de la dependencia de la industria del petróleo y el gas, como una barrera para la reconstrucción del sistema de energía de Estados Unidos, ha sido favorecido por más de un billón de dólares de inversiones irre recuperables en infraestructura.²⁰ Esta industria recibe aproximadamente \$4 mil millones cada año en subsidios financiados directamente por los contribuyentes.²¹ Dos ONGs, Sierra Club y Oil Change International, calcularon que las subvenciones a la industria de los combustibles fósiles en 2009 y 2010 tuvieron retornos de 59:1 sobre las inversiones que esa industria hizo en cabildeo y financiamiento de las campañas políticas.²²

En este informe, Food & Water Watch resume la literatura científica reciente sobre: a) contaminación del agua, b) cambios en el paisaje, c) contaminación del aire, d) contaminación del clima y e) problemas de disposición/eliminación de residuos, provocados por la perforación y fractura hidráulica para extracción de petróleo y el gas. Estos impactos se deben en gran parte a la naturaleza tóxica y la difusión generalizada de los contaminantes químicos que la industria trae a la superficie (Ver cuadro 2). La investigación reciente revela también las formas en que estos y otros impactos dañan la salud pública y trastornan la vida de las comunidades

En pocas palabras, la perforación y *fracking* utilizados actualmente para extraer petróleo y gas son inherentemente peligrosos y terriblemente miopes. Este informe explica por qué urge una prohibición. La influencia corruptora de la industria de petróleo y gas en la política y el gobierno amenaza con continuar el daño, en lugar de utilizar soluciones probadas y seguras para satisfacer las necesidades energéticas.

Impactos sobre el agua y la tierra

La industria del petróleo y el gas ha secuestrado la política energética de los Estados Unidos y desviado varias investigaciones de alto perfil sobre contaminación de acuíferos y sus secuelas, producidas por los pozos de *fracking* de Pavillion, Wyoming; Dimock, Pensilvania y el condado de Parker, Texas.

En diciembre de 2011, la Agencia de Protección Ambiental (EPA) publicó un borrador del informe científico sobre la contaminación de las aguas subterráneas en Pavillion, Wyoming, en el que se afirmaba que las tinajas de desecho probablemente contaminaron aguas subterráneas³⁸ poco profundas; y que los datos sobre las sustancias químicas detectadas en el seguimiento de un pozo más profundo “indican impacto probable al agua subterránea que se puede explicar por la fractura hidráulica.”³⁹ En el borrador del informe se solicitaba continuar con el monitoreo de los pozos, para que las conclusiones fueran más definitivas.⁴⁰ Ante la extrema presión de la industria del *fracking* y de sus defensores en el Congreso, la EPA decidió -en 2013- no finalizar el reporte.⁴¹ El Estado de Wyoming, ahora a cargo, depende de la empresa implicada en el caso para financiar una nueva investigación.⁴² Aunque la EPA afirma que todavía “respalda su trabajo y datos”,⁴³ su retiro se informó ampliamente como una victoria para la industria.⁴⁴

En 2012, la EPA se retiró de manera similar de los casos de investigación de la contaminación del agua en Dimock, Pensilvania,⁴⁵ que la agencia ambiental del estado había determinado se debían a “actividades de perforación.”⁴⁶ La EPA había encontrado contaminantes en varios de los pozos de agua bajo estudio, pero simplemente declaró que “los residentes tienen ahora -o tendrán- sus propios sistemas de tratamiento que pueden reducir las concentraciones de las sustancias peligrosas a niveles aceptables en el grifo.”⁴⁷ La EPA no evaluó las razones de la contaminación, dejando de nuevo al público con la falsa impresión de que los reclamos de contaminación de los residentes afectados no tenían mérito.⁴⁸

En 2015, la EPA publicará un borrador de un estudio de varios años sobre los impactos potenciales del *fracking* sobre recursos de agua potable. Para este estudio, la agencia se ha basado en gran medida los datos y la experiencia que la industria del petróleo y el gas han presentado de manera voluntaria. Esta dependencia que tiene la EPA de la industria explica en parte el retiro del organismo del tercer caso de alto perfil sobre

Cuadro 2 • Contaminantes que la industria del petróleo y el gas trae a la superficie

“El gas natural,” “los líquidos del gas natural”, “el petróleo crudo”, “los lodos de perforación” y “el agua congénita” son términos aparentemente inocuos que ocultan la naturaleza de todo lo que la industria del petróleo y el gas trae a la superficie.

Los componentes principales de las moléculas de hidrocarburos son átomos de hidrógeno y carbono. El petróleo crudo es una mezcla de hidrocarburos en la que la mayor parte de los átomos de hidrógeno y carbono que la componen forman moléculas grandes, y la mezcla es líquida cuando alcanza la superficie.²³ El término líquidos de gas natural se refiere a una variedad de diferentes mezclas de hidrocarburos que consisten en su mayor parte en hidrocarburos más ligeros -etano (C₂H₆), propano (C₃H₈), butanos (C₄H₁₀) y otras cadenas de hidrocarburo ligeros- que son húmedos al tacto a temperaturas y presiones moderadas.²⁴ El término gas natural se utiliza ampliamente para referirse a diversos gases que se componen principalmente de metano (CH₄),²⁵ un gas potente de efecto invernadero²⁶ y uno de los principales motores del calentamiento global.²⁷ La perforación y fractura hidráulica traen mucho más a la superficie que sólo estos hidrocarburos.

Generalmente los líquidos y gases que fluyen a la superficie llegan como mezclas de líquido de fractura, agua salada e hidrocarburos. Las composiciones químicas varían con el tiempo, y de un pozo a otro, pero más allá de esto no han sido bien caracterizadas.²⁸

Muchos de los hidrocarburos que el *fracking* trae a la superficie son contaminantes peligrosos. Estos incluyen compuestos orgánicos volátiles (COV), tales como benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos (conocidos colectivamente como “BTEX”), así como hidrocarburos aromáticos policíclicos.²⁹

La perforación y el *fracking* también pueden traer a la superficie cantidades diversas de sulfuro de hidrógeno, arsénico y selenio, junto con aguas saladas o salmueras.³⁰ Las salmueras difieren en composición de acuerdo con la naturaleza de cada roca específica, y típicamente contienen sales (incluyendo cloruros, bromuros, y sulfuros de calcio, magnesio y sodio³¹), metales (incluyendo bario, manganeso, hierro y estroncio, entre otros³²), y material radiactivo (incluyendo radio-226), y subproductos de descomposición del radio (incluyendo plomo y radón).³³

Por último, las compañías de petróleo y gas traen a la superficie cantidades variables de productos químicos utilizados en la fractura hidráulica, y subproductos de las reacciones que implican estos químicos.³⁴ Debido a la protección del secreto de patentes, y a las leyes federales y estatales, los requisitos de divulgación son inadecuados, y en general se desconoce -incluyendo a menudo a la empresa que realiza la inyección- la composición química real de cualquier fluido de *fracking* que se inyecta.³⁵ Lo que se sabe es que los fluidos de fractura hidráulica a menudo tienen compuestos tóxicos, incluyendo metanol, alcohol isopropílico, 2-butoxietanol, glutaraldehído, glicol de etilo, y BTEX.³⁶ También se utilizan comúnmente ácidos fluorhídrico y clorhídrico para abrir nuevas vías para que fluyan el petróleo y el gas, a veces sin realizar nuevas fracturas.³⁷



“Depósito de lodos residuales” en un sitio de perforación de gas de lutitas en Bakken, EE.UU.

FOTO CC-BY-SA JOSHUA DOUBEK / COMMONS.WIKIPEDIA.ORG

Con excepción de los productos químicos utilizados para el *fracking* y de los subproductos de las reacciones químicas que tienen lugar durante el *fracking*, todos los contaminantes químicos estaban anteriormente secuestrados e inmovilizados de manera segura, a gran profundidad. Ahora, la perforación y fractura hidráulica traen estos contaminantes a la superficie a niveles que ponen en riesgo la salud humana y el ambiente, a través del agua, el suelo, el aire y la contaminación climática. Además, hay niveles de contaminación mayores que la línea de base: los accidentes, fugas, derrames y explosiones son difíciles de predecir y caros y peligrosos de limpiar -en la medida en que se pueden limpiar-.

Las cantidades de líquidos, lodos y sólidos que no se fugan al aire, se derraman en el suelo, se queman o se utilizan de alguna manera, están aumentando y creando problemas de eliminación de residuos. Esta contaminación es parte integral del enfoque actual de la política energética de EE.UU.. Todos los contaminantes mencionados anteriormente deberían permanecer bajo tierra.

contaminación vinculada a la perforación y fractura hidráulica, en el condado de Parker, Texas.⁴⁹ Según el Inspector General de la EPA, la razón principal por la que la agencia retiró su orden de emergencia contra la empresa que realiza la perforación y fractura hidráulica fue que ésta accedió a participar en el estudio que estaba realizando la EPA.⁵⁰ Este episodio, en particular, pone de relieve la forma en que la industria controla los datos y la experiencia para influenciar las investigaciones que se llevan a cabo en nombre del público.

Los residentes del condado de Parker, Dimock y Pavillion acudieron a la EPA porque consideraron que sus respectivos estados no estaban siendo sensibles a sus preocupaciones. Texas, Pennsylvania y Wyoming tienen una larga historia de promover el desarrollo de petróleo y gas, con el fin de evitar el “desperdicio” de las reservas de petróleo y gas,⁵¹ y han emitido resoluciones interestatales para fomentar la extracción de gas de lutitas y “expansión de la infraestructura de gas natural”.⁵² La falta de interés de la EPA para completar las investigaciones de estos tres casos emblemáticos de contaminación del agua potable significa que los residentes afectados no tienen a dónde más recurrir.

En general, los riesgos y los impactos en los recursos hídricos producidos por la industria del gas incluyen la competencia por el agua, la contaminación de la tierra y aguas superficiales y contaminación de acuíferos.⁵³

Consumo de agua

El acceso asequible al agua potable es un problema de salud pública y un derecho humano. Los sistemas públicos de agua enfrentan retos importantes que se verán agravados por el calentamiento global, en forma de sequías severas a nivel local, tormentas extremas, y patrones alterados de precipitación, nevadas y deshielo.⁵⁴ Más de un siglo de contaminación climática derivada de la industria del petróleo y el gas contribuye significativamente a este calentamiento.⁵⁵

Con la perforación generalizada y el *fracking*, la industria del petróleo y el gas no sólo está añadiendo más contaminación climática, sino también una importante demanda de agua dulce en regiones con escasez del líquido. Lo que es peor, se está dejando un legado de contaminación del agua y alteración del paisaje.

El uso del agua por pozo varía según la región, pero las empresas normalmente requieren alrededor de 19 millones de litros de agua para perforar y fracturar un solo pozo de gas de lutitas o petróleo en formaciones compactas.⁵⁶



Terreno despejado para la perforación y fractura hidráulica en Pensilvania.

FOTO CC-BY-SA ■ PETE STERN FRACTACKER.ORG

Algunos pozos horizontales en la cuenca de Eagle Ford en Texas se han perforado con más de 13 millones de galones (casi 50 millones de litros) cada uno.⁵⁷ Las estimaciones varían en cuanto al retorno de fluido inyectado entre 5 y 50 por ciento.⁵⁸ En la región de Marcellus, entre la primera etapa de fractura hidráulica y el tiempo que el nuevo pozo se pone en producción, las cantidades de líquido que fluyen hacia arriba ascienden a sólo el 5 por ciento del volumen inyectado.⁵⁹ Por lo tanto, casi toda el agua usada en los fluidos de fractura hidráulica no está disponible para su reutilización, y permanece bajo tierra por tiempo indefinido.

Los defensores del petróleo y el gas afirman que el consumo de agua es bajo en relación con el uso total de agua, pero los datos promedio para grandes regiones son engañosos. El uso de agua para *fracking* puede ser intensivo sucediendo localmente y simultáneamente para la perforación y *fracking* de cada pozo nuevo.

Las corrientes de agua fría en el norte de Pensilvania, en donde se concentra el desarrollo de gas de lutitas en la cuenca Marcellus, tienen caudales relativamente pequeños.⁶⁰ Sin embargo, el agua para *fracking* se ha extraído principalmente de fuentes superficiales, o de sistemas públicos como segunda opción.⁶¹ Los reguladores anticipan un mayor uso de aguas subterráneas en la región en los próximos años, si el ritmo de perforación y fractura hidráulica continúa.⁶²

En un informe realizado en 2014 por Ceres, se revisaron los datos reportados para 39,294 pozos de petróleo y gas de lutitas perforados entre enero de 2011 y mayo de 2013, y se determinó que 39 por ciento estaban en regiones con “estrés hídrico alto”, y 8 por ciento en regiones con “estrés

hídrico extremadamente alto”.⁶³ El estrés hídrico es una medida de la competencia por el agua en una región, y las regiones con “estrés hídrico alto” son aquellas en las que la extracción total de agua (no sólo para *fracking*) es de 40 a 80 por ciento del total de agua disponible, mientras que “estrés hídrico extremadamente alto” significa que se está extrayendo más del 80 por ciento del agua disponible.⁶⁴ El informe también determinó que más del 36 por ciento de los pozos de petróleo y gas incluidos en el estudio se encontraban en las regiones que experimentarán “agotamiento de aguas subterráneas.”⁶⁵

Para perforar pozos de *fracking* en Barnett Shale, Texas, las compañías de petróleo y gas utilizaron agua subterránea y agua superficial en iguales proporciones hasta el año 2006; de 2007 a 2010 aumentaron la utilización de aguas superficiales a aproximadamente 70 a 80 por ciento del uso total de agua. Desde ese entonces han aumentado la extracción de aguas subterráneas,⁶⁶ principalmente del acuífero Trinidad, “uno de los más sobre-explotados en el estado.”⁶⁷

Una preocupación particular es el grado en que las compañías de petróleo y gas están compitiendo con los agricultores por los recursos limitados de agua dulce. En 2012, en una subasta de derechos de agua realizada en Colorado, las compañías de petróleo y gas fueron los mejores postores, haciendo subir los precios del agua para los agricultores del estado, muchos de los cuales estaban soportando severas condiciones de sequía.⁶⁸ En Nuevo México, algunos agricultores afectados por las condiciones de sequía severa están vendiendo sus derechos al agua de riego a compañías de petróleo y gas, en lugar de sembrar.⁶⁹



Tanques de agua alineados en preparación para fractura hidráulica.

FOTO CC-BY-SA @ JOSHUA DOUBEK / COMMONS.WIKIPEDIA.ORG

Esta competencia con el uso agrícola del agua, o su eliminación de plano, aumentará si continúa extendiéndose el desarrollo de gas y petróleo no convencionales en condados que ya enfrentan escasez de agua, y que son propensos a experimentar problemas de suministro de agua aún más grandes como consecuencia del cambio climático.

Impactos sobre las aguas superficiales, los bosques y los suelos

La construcción de nuevos pozos y la infraestructura de apoyo del *fracking* son sólo la primera etapa del daño que dicha industria produce a las aguas superficiales, los bosques y los suelos. Cada pozo de gas de lutitas de la cuenca Marcellus utiliza alrededor de 1.2 hectáreas de terreno despejado; además se despejan otras 2.4 hectáreas para construir caminos de acceso, tuberías y otra infraestructura para combustibles fósiles.⁷⁰ Los proyectos de construcción aumentan la cantidad de sedimentos que fluye a ríos y arroyos, causando un daño ecológico que se ve agravado por la excesiva extracción de agua.⁷¹

Los bosques y las tierras agrícolas proveen filtración a escala de cuencas, a medida que el agua de lluvia y deshielo fluye a los ríos y recarga los acuíferos.⁷² Se espera que el desarrollo extendido de las lutitas en la región de Marcellus cubra cientos de miles de hectáreas con superficies impermeables a las lluvias, lo que alteraría significativamente esta filtración.⁷³ Los nuevos sitios industriales, los oleoductos y carreteras también exponen los bosques a más aclareo, cambiando el equilibrio de la vida silvestre, perjudicando la salud de los bosques y por lo tanto afectando aún más las cuencas hidrográficas y la recarga de aguas subterráneas.⁷⁴ Los contaminantes del aire, incluyendo el ozono, también pueden dañar los bosques y tierras agrícolas aguas abajo de las operaciones de petróleo y gas.⁷⁵

La calidad del agua en ríos, arroyos y acuíferos poco profundos, y la calidad del suelo en tierras agrícolas, están amenazadas además por los derrames de productos químicos tóxicos del *fracking* y por los desechos de la industria de gas y petróleo, así como por la descarga intencional de desechos; por ejemplo, los que contienen sales utilizadas para deshielo de caminos.⁷⁶ Un estudio reciente, cerca de operaciones activas de perforación y *fracking* en Colorado encontró niveles elevados de disruptores endocrinos -conocidos y sospechosos- en aguas superficiales y subterráneas poco profundas, en consonancia con lo que cabría esperarse de derrames de productos químicos utilizados por la industria del *fracking*.⁷⁷

Cuadro 3 • Accidentes y los derrames son “los negocios de siempre”

En 2008, ProPublica examinó los documentos de los gobiernos locales y estatales de Colorado, Nuevo México, Alabama, Ohio y Pensilvania, e identificó más de mil casos de fugas y derrames en sitios de la industria petrolera y de gas.⁸⁰ Según el Denver Post, la industria de hidrocarburos ha reportado alrededor de 2500 fugas en Colorado desde principios de 2010, alrededor del 6% de las cuales contaminaron aguas superficiales, y 17% aguas subterráneas.⁸¹ En Dakota del Norte en 2011, la industria del petróleo y el gas también informó de más de mil derrames.⁸²

Un análisis realizado por Energy & Environment examinó los datos disponibles y contó más de 6,000 “derrames y otros accidentes” -sólo en 2012- de operaciones de la industria de gas y petróleo en los Estados Unidos.⁸³

Un análisis posterior encontró “al menos 7,662 derrames, explosiones, fugas y otros percances en el año 2013 en 15 estados con actividad importante terrestre de extracción de petróleo y gas.”⁸⁴

En Pensilvania, el Departamento de Protección del Medio Ambiente registró (en 2014) 209 incidentes en los que la industria del petróleo y el gas contaminó o redujo el flujo de suministros de agua.⁸⁵

Todos estos cálculos son conservadores, dado que incluyen sólo incidentes que: a) se identificaron, b) cumplen con los requisitos estatales específicos para la presentación de informes, y c) se reportaron.

De hecho, algunos eventos son difíciles de identificar. Una tesis de doctorado en Ingeniería de Petróleo, terminada en mayo de 2014 en la Universidad Estatal de Luisiana, explica que las explosiones subterráneas aparentemente ocurren con menos frecuencia que las que llegan a la superficie, debido a que sus efectos se ocultan bajo tierra.⁸⁶

Los residuos de la industria de petróleo y gas -principalmente los sobrantes de lo que regresa a la superficie- contienen sales corrosivas, material radiactivo, metales tóxicos, hidrocarburos y productos químicos de *fracking*, como se indica en el Cuadro 2 (página 5). Miles de fugas, explosiones y derrames de la industria del petróleo y gas incluyen estos residuos, así como productos químicos diversos de *fracking* por ser inyectados, y/o líquidos de petróleo y gas natural extraídos. (Ver cuadro 3)

Los desechos peligrosos de la industria de perforación y fractura hidráulica para extracción de petróleo y el gas,

están exentos de las regulaciones federales en materia de residuos peligrosos, por el simple hecho de haber sido generados por dicha industria. Este es un brillante ejemplo de la forma en que operan las políticas de regulación para dicha industria.⁷⁸ Si un sector diferente hubiera generado desechos con características similares, se habrían considerado peligrosos.⁷⁹

Los residuos líquidos que no se derraman se envían normalmente a instalaciones industriales de tratamiento, se procesan para su reutilización o se inyectan de nuevo bajo tierra en pozos “letrina” (de disposición).⁸⁷

- En Pensilvania, cerca de la mitad de los flujos de retorno residuales se envían a plantas de tratamiento industriales, alrededor de un tercio se reutiliza y cantidades cada vez mayores se inyectan de nuevo bajo tierra en pozos letrina, comúnmente enviados a Ohio o Virginia del Oeste.⁸⁸
- En Texas, Oklahoma y Dakota del Norte, la práctica dominante es eliminar los desechos líquidos mediante la reinyección al subsuelo.⁸⁹
- En California, los reguladores han detenido recientemente numerosas inyecciones de residuos en pozos, debido a la preocupación de que los desechos se inyecten directamente en acuíferos.⁹⁰

El tratamiento de residuos de *fracking* en instalaciones industriales es imperfecto, lo que permite que los contaminantes fluyan a ríos y arroyos. En 2013, se presentó un informe de pruebas realizadas en los sedimentos del lecho del arroyo Blacklick, en Pensilvania, en el punto de descarga de una planta de tratamiento industrial que aceptaba residuos de la industria de petróleo y gas.⁹¹ El sedimento contenía niveles elevados de material radiactivo, con una radiación 200 veces mayor que el nivel encontrado en los sedimentos del fondo.⁹² Esta radiactividad alta no sólo pone en riesgo a las personas que consumen pescados de la cadena alimentaria de esta corriente, sino que también ilustra la ineficacia del tratamiento de agua. Los niveles base de contaminación, con algunos eventos mayores, son inherentes a la perforación y fractura hidráulica para petróleo y gas.

Si el tratamiento de agua es eficaz, concentra los contaminantes y por lo tanto genera residuos sólidos. En el fondo de pilas de desechos y en los lodos y depósitos de incrustación dentro de los equipos, tuberías y tanques, se concentran hidrocarburos tóxicos, metales pesados y material radiactivo.⁹³ La radiación de residuos concentrados o cortes de roca traídos a la superficie



durante la perforación, provoca que se activen los detectores en las puertas de confinamientos.⁹⁴ Pero cantidades masivas de residuos radiactivos de bajo nivel pasan a través de estos detectores, estén o no en funcionamiento, y se vierten en los confinamientos,⁹⁵ si es que no se derraman antes a los lados de carreteras durante su traslado.⁹⁶ También se está disponiendo en forma ilegal los residuos sólidos radiactivos de la industria.⁹⁷

El Departamento de Medio Ambiente y Recursos Naturales de Carolina del Norte advirtió que los recortes de rocas obtenidos como subproducto del *fracking* podrían dar lugar a la obstrucción de rellenos sanitarios y derrames eventuales de lixiviados de confinamiento enriquecidos con diversos contaminantes, entre ellos materiales radiactivos.⁹⁸ Debido a que la vida media del radio 226 es de 1600 años, este tipo de derrames podrían contaminar el suelo circundante y las cuencas hidrográficas durante siglos.⁹⁹

La contaminación del agua superficial también se produce cuando se reciben aguas residuales de *fracking* en instalaciones de tratamiento de aguas residuales convencionales, que no están equipadas para tratarlas. Los contaminantes pueden pasar inalterados por estas instalaciones y descargarse en los ríos, causando problemas en los sistemas de tratamiento y la vida acuática aguas abajo.¹⁰⁰ Cuando se desinfecta agua de río que contiene niveles elevados de cloruros o bromuros -dos sales que caracterizan las aguas residuales de *fracking*¹⁰¹- las reacciones químicas resultantes pueden dar lugar a subproductos nocivos vinculados al cáncer y a defectos congénitos, que son difíciles de eliminar una vez presentes en suministros de agua potable.¹⁰²

En lugar de prohibir la descarga de aguas residuales de *fracking* en cuerpos superficiales, la EPA está elaborando normas que requerirán “pretratamiento” de dichas aguas antes de que estos desechos se envíen a instalaciones de tratamiento convencionales de sistemas públicos de agua.¹⁰³ Debido a que actualmente se está realizando el *fracking* en formaciones que no son de lutitas, las directrices para formaciones de lutitas son inadecuadas. Sin embargo, como es el caso con el tratamiento y reciclaje de aguas residuales industriales, el pre-tratamiento concentra las toxinas, creando nuevos problemas de disposición.

Contaminación de acuíferos

Además de la contaminación de tierras agrícolas y cuencas hidrográficas,¹⁰⁴ las plumas de dispersión y derrames de líquidos que tienen lugar en la superficie se pueden infiltrar hacia abajo en el suelo y contaminar acuíferos poco profundos, como ha ocurrido con una fracción significativa de las fugas y derrames en Colorado.¹⁰⁵ Además, los acuíferos también enfrentan amenazas que provienen de abajo, tanto inmediatas como a largo plazo.

En las aguas subterráneas de la región de Barnett Shale, Texas, con gran actividad de la industria de petróleo y gas, se han identificado niveles desproporcionadamente altos de arsénico, estroncio, selenio y bario.¹⁰⁶ Se cree que la presencia de estos contaminantes es se deba a su mayor movilidad, a consecuencia de extracciones de agua o perturbaciones mecánicas, como vibraciones introducidas durante la perforación y el *fracking*.¹⁰⁷

En varios incidentes, las compañías de petróleo y gas han inyectado fluidos de *fracking* o desechos de la industria del gas y del petróleo, muy cerca -o directamente- en las fuentes subterráneas de agua potable.¹⁰⁸ Además de estos casos de contaminación directa, los contaminantes se pueden filtrar indirectamente y contaminar las aguas subterráneas por una red de vías diferentes, en las postrimerías de la perforación y *fracking*.¹⁰⁹ Estas vías incluyen: nuevas fracturas creadas por fractura hidráulica, fracturas y fallas naturales existentes, y grietas en los pozos donde su integridad y construcción ha sido vulnerada.¹¹⁰

El metano y otros gases de hidrocarburos

Un estudio publicado en 2000 indicó que decenas de miles de pozos de petróleo y gas en América del Norte tuvieron fugas de gas, tanto a la atmósfera como hacia acuíferos superficiales.¹¹¹

En 2011, los científicos observaron que las concentraciones de metano en muestras de pozos de agua ubicados en desarrollos activos de gas de lutitas en las regiones de Marcellus y Utica eran 17 veces más altos, en promedio, que los datos de muestras de pozos de agua en regiones sin actividades de perforación y fractura hidráulica.¹¹²

Los autores concluyeron que la causa más probable eran “fugas en los revestimientos de pozos”.¹¹³ En 2013, varios de los mismos científicos estudiaron 141 pozos en Pensilvania y encontraron concentraciones de metano superiores -por un factor de seis en promedio- en pozos de agua situados a menos de 1 km aproximadamente de pozos de gas natural, en comparación con pozos de agua ubicados más lejos.¹¹⁴

Aunque el metano en sí mismo puede no ser tóxico, su presencia en un acuífero indica la presencia de otros hidrocarburos que sí son tóxicos. (Ver Cuadro 2, página 5) Cuando una mezcla de gas de hidrocarburos entra en un espacio sin ventilación a través de un pozo de agua contaminado, puede causar asfixia e incluso explosiones.¹¹⁵ El metano que contamina los acuíferos puede también, a través de reacciones geoquímicas u otros mecanismos, aumentar los niveles de arsénico y otras toxinas en el agua que retorna a la superficie.¹¹⁶

Procedan o no el metano y otros hidrocarburos de la formación rocosa objetivo, el resultado es el mismo: sus niveles aumentan como consecuencia de la perforación y la fractura hidráulica. Hay muchas razones bien



Cabezal de un pozo después de retirado los equipos de fracking del lugar de perforación.

FOTO CC-BY-SA @JOSHUA DOUBEK / COMMONS.WIKIPEDIA.ORG

estudiadas que explican este hecho, y la magnitud del problema se deriva de la extensión de las perforaciones.

Desde 1949 se han perforado en los Estados Unidos alrededor de 2.6 millones de pozos de petróleo y gas en tierra,¹¹⁷ de los cuales 1.1 millones están activos.¹¹⁸ Hace más de 20 años, la EPA calculó que alrededor de la quinta parte (200,000, de más de 1 millón) de pozos abandonados de petróleo y de gas en el país, se taponaron inadecuadamente, lo que significa que son una vía para que los gases de hidrocarburos y otros fluidos, fluyan hacia arriba, a la superficie o a fuentes subterráneas de agua potable.¹¹⁹

Además, se han perforado más de 30,000 pozos con el fin de inyectar residuos de la industria del gas y del petróleo.¹²⁰ Una zona gris es el manejo de salmueras, las cuales retornan a la superficie y luego se bombean de nuevo bajo tierra en los pozos, para mejorar el flujo del petróleo de los pozos adyacentes. Hay más de 110,000 de estos pozos de inyección para “la recuperación mejorada de petróleo.”¹²¹

Todos los pozos, construidos de concreto y acero, envejecen y se degradan con el tiempo.¹²² Además, desde el inicio de su construcción, una fracción de varios puntos porcentuales de estos pozos tiene problemas de integridad, lo que quiere decir que los líquidos inyectados, los hidrocarburos y las salmueras antiguas pueden no estar contenidos dentro del tubo interior, o carcasa, del pozo.¹²³ Una vez fuera de esta carcasa, los contaminantes pueden escapar a la superficie o desplazarse a fuentes subterráneas de agua potable.¹²⁴

Debido a diversas razones, que incluyen la contracción y/o mala unión del cemento, se puede formar un espacio entre la capa exterior de cemento y las diversas formaciones de roca a través de las cuales pasa un pozo de petróleo y gas, creando un camino para el flujo potencial de contaminantes.¹²⁵

Una tesis de doctorado en ingeniería petrolera, terminada en mayo de 2014, explica que los fluidos a alta presión que se inyectan durante la fractura hidráulica pueden causar directamente tal separación, dando lugar a “explosiones subterráneas” -eventos en los que los fluidos de *fracking* viajan de vuelta a lo largo de la trayectoria del pozo entre el concreto y la formación rocosa, en lugar de penetrar a la formación rocosa-.¹²⁶ En comparación con las explosiones que arrojan fluidos al aire en sitios de pozos, estas son más difíciles de detectar, por razones obvias.¹²⁷

Los líquidos también pueden fugar de los pozos de petróleo y gas a través de las pequeñas fracturas o canales que se forman en el interior del pozo construido, ya sea dentro del propio cemento o entre los cilindros concéntricos de cemento y tubería metálica o carcasa, que se utilizan para construir el pozo.¹²⁸ El centrado inadecuado de las tuberías da lugar a flujos menos uniformes de cemento durante la construcción del pozo, y esto a su vez es otro factor que aumenta el riesgo de fallas en la integridad del mismo.¹²⁹ El asentamiento gradual que sucede con el tiempo en actividades de extracción de petróleo y gas también da lugar a esfuerzos que pueden eventualmente romper, o agrietar, los pozos construidos, dando lugar a fallas.¹³⁰

Como lo sugieren muchos mecanismos diferentes de falla de pozos, el problema de fugas es tema de un gran número de estudios realizados por la industria y los científicos académicos. El tema de fondo, sin embargo, es que muchos pozos de petróleo y gas fugan, y que las causas de las fugas son difíciles de detectar y corregir, ya que se producen por muchas razones diferentes, resultantes de diversas condiciones geológicas y prácticas de la industria.

Una preocupación importante es que, debido a que los pozos recién perforados disminuyen su producción y se degradan físicamente con el tiempo, es probable que el porcentaje de los que desarrollan problemas de integridad continúe aumentando.¹³¹ Sin embargo, hay muy pocos datos de problemas de integridad a medida que envejecen los pozos de lutitas, entre otras razones porque éstos son relativamente nuevos. Un estudio de 2003 analizó datos federales de más de 10,000 pozos perforados en la plataforma continental externa del Golfo de México, y encontró que más del 40 por ciento de los que tenían más de 10 años de edad adolecían de “presión de carcasa sostenida”, lo que quiere decir que no contenían los gases de hidrocarburos en el tubo interior, o carcasa, que se utiliza para canalizar los hidrocarburos para producción.¹³²

Según un estudio de 2014, los datos iniciales de integridad de pozos de gas de lutitas en Pensilvania no son un buen augurio para el futuro.¹³³ En la región de Marcellus Shale, los pozos de gas de lutitas han demostrado ser más propensos a “fallas” vinculadas con problemas de integridad, que los pozos convencionales, sobre todo en la parte noreste del estado, en donde más del 9 por ciento de los pozos de gas de lutitas tiene problemas de integridad.¹³⁴

La contaminación de acuíferos con metano y otros gases de hidrocarburos por sí sola justifica las precauciones sobre la perforación extensiva de pozos de *fracking*. Sin embargo, otra de las principales preocupaciones es que “la evidencia

de la contaminación difusa de gas podría ser indicador de una degradación futura de la calidad del agua, similar a la observada en algunos campos convencionales de petróleo y gas.”¹³⁵ Una de las razones es que dicha contaminación podría ser un presagio de la contaminación ocasionada por la migración de otros fluidos, no sólo de gases de hidrocarburos que tienden a flotar.¹³⁶

Gases de hidrocarburos en los acuíferos como signo de problemas futuros

Si las empresas de petróleo y gas perforan y fracturan los cientos de miles de nuevos pozos de petróleo y gas de lutitas que se tienen contemplados, el legado de pozos con problemas de envejecimiento, degradación y otros crecerá sustancialmente. Este legado puede provocar cambios a largo plazo en toda la región, a medida que se mezclan los fluidos y se mueven bajo tierra en los próximos años y décadas. Se desconoce la forma en que estos cambios podrían afectar la calidad de las fuentes subterráneas de agua potable, resaltando los enormes riesgos inherentes a la perforación y *fracking* generalizados.

Los acuíferos se ponen inmediatamente en peligro cuando el frente del fluido de *fracking* inyectado propaga nuevas fracturas más lejos de lo previsto, alcanzando pozos



FOTO CC-BY-SA © PETE STERN / FRACTRACKER.ORG

Cuadro 4 • Inyecciones de la industria del petróleo y el gas

Bajo la autoridad de la Ley de Agua Potable Segura, el Control de Inyección Subterránea (UIC) de la EPA de EE.UU, regula las inyecciones al subsuelo de líquidos de la industria del petróleo y gas, en pozos designados (los llamados pozos de clase II), pero sólo en los casos en que el líquido contiene diesel.¹⁴¹ En 1989, la Oficina de Responsabilidad Gubernamental (GAO) determinó que cerca de la mitad de los 27 casos de contaminación conocidos o sospechados, se produjeron en pozos Clase II, debido a que los fluidos inyectados llegaron a fuentes subterráneas de agua potable a través de pozos cercanos abandonados que tenían problemas de integridad.¹⁴² Estos eventos se conocen como golpes de *fracking* (frack hits), sin fracturas.

La exención de los fluidos de *fracking* que no contienen diesel se conoce como la "Rendija Halliburton", ya que fue creada a través de legislación elaborada a puerta cerrada, y se introdujo en la ley con fuerte influencia del ex-vicepresidente de Estados Unidos y ex- director general de Halliburton, Dick Cheney.¹⁴³ Halliburton fue la primera empresa que llevó a cabo operaciones de fractura hidráulica (en EE.UU. y en el mundo), en 1949.¹⁴⁴

Bajo el UIC, los pozos nuevos de clase II estarían sujetos a regulaciones que requerirían abordar el tema de golpes de *fracking*, si no fuera por esta rendija.¹⁴⁵ La rendija legal explica cómo el tema de golpes de *fracking* se ha mantenido por fuera de la regulación, y pone de relieve cómo la industria del gas y el petróleo, a través de su dominio sobre la política energética de los Estados Unidos, ha levantado barreras que impiden proteger la salud pública y el medio ambiente.

En cualquier caso, la protección que brinda la Ley de Agua Potable Segura es muy limitada. En la superficie que rodea el sitio de un pozo propuesto UIC Clase II, se define un área de revisión (AR). Luego, en caso de que pozos cercanos u otras vías potenciales de contaminación se encuentren en o -en forma más precisa- debajo de esta área, se aplican garantías normativas básicas.¹⁴⁶ El Código de Regulaciones Federales de Estados Unidos ofrece dos opciones para definir un AR: a) la opción más sencilla es utilizar un círculo con un radio de un cuarto de milla (400 metros)¹⁴⁷; o b) los solicitantes de permisos pueden calcular el flujo potencial de fluido que se debe inyectar para llegar a una AR, basados en supuestos simplistas.¹⁴⁸ En particular, la fórmula se basa en que la formación que recibe los fluidos inyectados es "homogénea", lo que significa que no hay vías preferenciales para el flujo, tales como fracturas y fallas naturales.¹⁴⁹

En 2004, un panel de expertos convocados por la EPA señaló que estas opciones "se adoptaron a pesar de que mucha evidencia existente indica que la influencia de la presión real de cualquier operación autorizada de inyección subterránea no se limita a un radio fijo predeterminado alrededor de un pozo de inyección propuesto o existente, sino que es función de parámetros físicos específicos (que incluyen las presiones de poro iniciales, tanto en la zona de inyección, como en la fuente subterránea de agua potable más profunda; y la tasa de inyección real)."¹⁵⁰ El panel de expertos enfatizó además que "un radio fijo de AR se basa en supuestos operativos realizados en la década de 1980,"¹⁵¹ y concluyó que "existe suficiente evidencia para cuestionar el supuesto de que un radio fijo de AR es suficiente para asegurar la protección adecuada de las fuentes subterráneas de agua potable..."¹⁵²

A pesar de estas fuertes declaraciones, la EPA ha mantenido protecciones simplistas, y ha aplazado la toma de acciones, porque las agencias reguladoras estatales y el Consejo de Protección de Aguas Subterráneas (GWPC) no estuvieron de acuerdo con el grupo de expertos en que los datos muestran que el enfoque de un cuarto de milla es inadecuado.¹⁵³ Pero esta decisión es signo de conflictos de interés arraigados.

La mayoría de las agencias estatales, que regulan la explotación de petróleo y gas en sus respectivos estados, son parte de la Comisión Interestatal de Petróleo y Gas (IOGCC), y por lo tanto participan en la misión problemática, pero culturalmente arraigada, de promover la extracción eficiente de petróleo y gas "¹⁵⁴ con el fin de prevenir el "derroche físico de petróleo o gas, o la pérdida en la recuperación final de los mismos."¹⁵⁵ La GWPC ha sido un claro defensor de la



Fluido que espera ser inyectado en un sitio de fractura hidráulica.

FOTO CC-BY-SA BY JOSHUA DOUBEK / COMMONS.WIKIPEDIA.ORG

(continúa en página 13)

(“Inyecciones de la industria del petróleo y gas” continuación de la página 12)

fracturación hidráulica, sobre todo a través de su patrocinio, con la IOGCC y la industria del petróleo y el gas, de la página web para divulgación de las sustancias químicas del *fracking* -FracFocus.org-la cual ha creado una plataforma para la industria del petróleo y el gas que da la ilusión de transparencia.¹⁵⁶

Este episodio ilustra la forma en que la relación de muchos años entre los gobiernos estatales y la industria de petróleo y gas, orienta la ciencia de la que depende la supervisión de la industria de petróleo y gas. La política actual, que está destinada a proteger las fuentes subterráneas de agua potable, de las inyecciones de la industria del petróleo y gas, se basa en arreglos poco científicos entre la industria y los reguladores (por ejemplo, el radio fijo de un cuarto de milla, o el enfoque AR) o, alternativamente, en un cálculo simplista mediante una fórmula matemática que tiene décadas de antigüedad, divorciada de la comprensión geológica y la ciencia computacional modernas.

Mucho ha cambiado desde los “supuestos operativos realizados en la década de 1980”, que dieron lugar a los criterios de AR, con las técnicas utilizadas en los pozos actuales, que abarcan túneles horizontales de más de dos millas a través de formaciones rocosas y fracturados hidráulicamente en decenas de etapas, y con la inyección de cientos de miles de galones de fluido de fractura hidráulica -con o sin diesel- en cada etapa. Sin embargo, las inyecciones de *fracking* que no contienen combustible diesel ni siquiera merecen la protección de un enfoque simplista y caduco de AR estándar, gracias a la rendija Halliburton; y hasta hace poco, las inyecciones de *fracking* que sí involucran combustibles diesel han estado en el limbo normativo. Para complicar las cosas, las empresas no siempre divulgan si están utilizando combustible diesel. El Proyecto de Integridad Ambiental reveló que muchas empresas habían editado sus presentaciones anteriores a FracFocus.org, reescribiendo la historia y con ello ocultando el uso de combustibles diesel en fluidos de *fracking*.¹⁵⁷

A principios de 2014, la EPA finalmente publicó una “guía” sobre inyecciones de líquidos de *fracking* que contienen diésel.¹⁵⁸ Esta guía reconoce que no se cumplen los supuestos simplistas de la fórmula, pero se limita a recomendar que los reguladores utilicen una de las variaciones del enfoque de radio fijo de 400 metros.¹⁵⁹ Además, la guía no tiene en cuenta décadas de progreso en las ciencias matemáticas y computacionales, destacando sólo que este tipo de modelos “a menudo requiere un conjunto significativo de datos”¹⁶⁰ Por otra parte, la guía no menciona los esfuerzos de modelado que la EPA ha encargado como parte de su estudio en curso de las vías de contaminación relacionadas con la fractura hidráulica.

En junio de 2014, en señal de desaprobación tácita de la guía de la EPA para combustibles diesel, un informe de la GAO señaló los “nuevos” riesgos que para las fuentes subterráneas de agua potable, representa la fractura hidráulica con combustibles diesel e instó al programa UIC de la EPA a convocar a un panel de expertos para revisar los riesgos.¹⁶¹ El informe también señala que el aumento en el volumen y la frecuencia de las inyecciones de líquidos de la industria de petróleo y gas están sobre-presurizando las formaciones rocosas, lo que produce derrames en la superficie¹⁶², similares a los que se dan por comunicación de un pozo a otro.

cercanos de petróleo y gas, o pozos de inyección con problemas de cementación y en la carcasa.¹³⁷ Estos golpes de *fracking* (“frack hits”) o eventos de comunicación de pozo-a-pozo, a veces dan lugar a derrames en la superficie,¹³⁸ y ocurren por dos razones, por lo menos. En primer lugar, la predicción de la longitud real de las fracturas es un problema matemático muy difícil, que depende de parámetros específicos de la geología que rodea cada pozo individual; la propagación de algunas fracturas puede llegar más lejos que lo esperado.¹³⁹ En segundo lugar, no se conocen las localizaciones y profundidades de muchos miles de los más de 1 millón de pozos abandonados de petróleo y gas en los Estados Unidos.¹⁴⁰

Los reglamentos establecidos por la EPA para el *fracking*, bajo la Ley de Agua Potable Segura, demuestran la

forma en que la política regulatoria de EEUU ha estado sojuzgada por la industria del petróleo y el gas. (Ver Cuadro 4, páginas 12 y 13).

Además de los riesgos inmediatos por eventos de comunicación de pozo-a-pozo, los incidentes ilustran claramente cómo la perforación y el *fracking* generalizados pueden cambiar la conectividad de la red de vías de contaminación a escala regional. Varios estudios recientes han comenzado a abordar preocupaciones más amplias sobre el impacto a largo plazo a escala regional, poniendo de relieve la comprensión científica muy limitada de la cuestión, y subrayando la simpleza del enfoque normativo actual para las inyecciones de la industria del gas y petróleo. (Ver cuadro 4, páginas 12 y 13)

Un estudio de 2012 utilizó un modelo matemático simplificado para explorar cómo las vías preferenciales de



Daños producidos en una residencia por un terremoto de magnitud 5.7, que afectó a Praga, Oklahoma en 2011.

FOTO DE U.S. GEOLOGICAL SURVEY

flujo de fluidos, tales como fallas y fracturas naturales, pueden influir en la escala de tiempo en el que los contaminantes inyectados pueden llegar a las fuentes subterráneas de agua potable en el peor de los casos.¹⁶³ El modelo sugirió que podría ocurrir contaminación lenta en una década aproximadamente.¹⁶⁴ Un segundo estudio realizado en 2012 encontró evidencia de una relación entre el perfil geoquímico de la salinidad en el agua subterránea poco profunda en el noreste de Pensilvania y la de salmuera del Marcellus, lo que sugiere una “red preexistente” (es decir, sin relación con el *fracking*) de vías entre las rocas de lutitas de Marcellus y el agua superficial somera.¹⁶⁵ En 2014, otro estudio demostró una forma de reducir la complejidad de modelar el flujo lento de contaminantes a través de fallas naturales,¹⁶⁶ con el objetivo de modelar a escala regional.¹⁶⁷ Este esfuerzo, que incorpora numerosos pozos y fallas a escala regional es preliminar, y se basa en la simplificación de los supuestos sobre la geometría y los parámetros que controlan el flujo a través de estas trayectorias de contaminación.¹⁶⁸

La EPA, como parte de su estudio de varios años sobre los posibles impactos de la fractura hidráulica en los recursos de agua potable, ha contratado investigadores para modelar varios escenarios de contaminación simplista.¹⁶⁹ Sin embargo, los modelos preliminares están lejos de emplearse para predecir y, potencialmente, reducir

la probabilidad de eventos futuros de contaminación derivados de un solo pozo fracturado, y mucho menos para hacer frente a la posibilidad de contaminación a escala regional que las comunidades podrían encarar con la perforación y *fracking* generalizados.¹⁷⁰

Al mismo tiempo, la captura de la política energética de Estados Unidos de la industria del petróleo y el gas también se exhibe en los resultados de la investigación contratada. Los científicos que modelan los escenarios de contaminación para la EPA, están utilizando métodos computacionales novedosos para investigar la probabilidad de contaminación como una nota al margen, y ponen igual, si no mayor énfasis, en el potencial de uso futuro de sus métodos para aumentar la producción de hidrocarburos de pozos hidráulicamente fracturados.¹⁷¹

La reciente orientación de la EPA sobre el uso de los combustibles diesel en los fluidos de *fracking* se limita a señalar que el modelo para calcular realmente el alcance potencial de la migración de fluidos inyectados “a menudo requiere una cantidad significativa de datos.”¹⁷² Esta afirmación es una referencia al hecho de que para determinar cuándo y dónde es probable que ocurran eventos de contaminación, se requiere información detallada que es específica a la geología alrededor de pozos individuales en una región, la cual incluye la presencia de: fallas naturales, fracturas cercanas, fracturas inducidas por *fracking* y pozos comprometidos. Dicha información no siempre está disponible.

En realidad la determinación de cuándo y dónde es probable que se produzcan eventos de contaminación también requeriría el conocimiento de los parámetros que controlan el flujo a través de estas vías potencialmente conectadas, durante largos períodos de tiempo. Estos parámetros son muy inciertos, y varían según la ubicación. Sin embargo, las predicciones de los modelos probablemente son sensibles a los parámetros utilizados, y a los supuestos que estos parámetros representan. Por ejemplo, la suposición de que no hay fallas naturales que proporcionen vías potenciales de contaminación, cuando en realidad sí existen, cambia radicalmente el modelo. El resultado es que no está disponible la información crucial requerida para asegurar la protección de los acuíferos.

Un científico federal indicó a los periodistas de ProPublica,^a “No hay certeza en absoluto en nada de esto... Ha cambiado el sistema con la presión y la

a Agencia de noticias independiente y sin ánimo de lucro radicada en Manhattan, Nueva York.

temperatura y la fractura, por lo que no se sabe cómo se comporta.”¹⁷³ La incertidumbre sobre la respuesta del sistema hidrogeológico plantea el espectro de contaminación de los acuíferos a largo plazo como una bomba de tiempo, con graves consecuencias para la disponibilidad de agua, y para las economías locales en todo el país. Este riesgo es simplemente inaceptable.

Terremotos, rayos y trenes que explotan

Los científicos creen ahora que, mediante el bombeo de grandes cantidades de líquidos bajo tierra, la industria del petróleo y el gas es en gran parte culpable del aumento significativo de la frecuencia de sismos observados en los Estados Unidos en los últimos años.¹⁷⁴ Durante décadas, en el centro y el este de Estados Unidos se registraron consistentemente alrededor de 20 terremotos por año con magnitud de 3.0 o mayores.¹⁷⁵ A mediados de la década 2000-2010, esta tendencia se rompió, y la frecuencia de terremotos se incrementó, coincidiendo directamente con la expansión de la perforación moderna de *fracking*.¹⁷⁶ En los años 2010, 2011 y 2012 combinados, hubo cerca de 300 terremotos de magnitud 3.0 o mayores.¹⁷⁷ En sólo el primer semestre de 2014, en el estado de Oklahoma se registraron alrededor de 200 terremotos de magnitud 3.0 o mayores.¹⁷⁸

En varios casos (el último en Ohio), la evidencia sugiere que el proceso específico de fractura hidráulica ha inducido los terremotos.¹⁷⁹ La mayor parte de los terremotos de la industria de gas y petróleo, sin embargo, se producen cuando se inyecta un gran volumen de residuos en pozos UIC clase II lubricando fallas, o cuando se aumenta la presión más allá de la resistencia de las fallas de intersección.¹⁸⁰ Un estudio realizado en 2014 reportó evidencias sobre terremotos desencadenados a más de 20 millas de distancia de pozos de inyección, en parte por tratarse de “pozos modernos de inyección, de flujo muy alto.”¹⁸¹

Entre 1000 terremotos medidos en Greenbrier, Arkansas, en 2010 y 2011, atribuidos a inyecciones de desechos, se detectó uno de magnitud 4.7.¹⁸² De los terremotos inducidos por la industria de gas y petróleo que han sacudido a Oklahoma, el mayor fue el que afectó a Praga, Oklahoma en 2011, el cual tuvo una magnitud de 5.7 y produjo lesiones a dos personas y la destrucción de 14 casas.¹⁸³

Un estudio realizado en 2013 sugirió que grandes terremotos que se producen lejos de Estados Unidos, pueden desencadenar terremotos en este país, incluyendo el de magnitud 5.7 que afectó a Praga, Oklahoma.¹⁸⁴ Esto

quiere decir que las inyecciones de la industria de gas y petróleo parecen estar llevando las fallas a umbrales casi críticos, y las ondas sísmicas que se producen de grandes pero lejanos terremotos, pueden desencadenar el movimiento de estas fallas.¹⁸⁵

La identificación de los lugares y tiempos en que se alcanzan umbrales casi críticos requiere un monitoreo que sólo se puede hacer de forma remota, y por lo tanto imprecisa, debido a que las fallas están a gran profundidad bajo tierra. Este fenómeno de umbrales críticos que se disparan de forma remota hace hincapié en las grandes incertidumbres que nublan la cuestión de cuándo y dónde golpeará el próximo terremoto de la industria del gas y del petróleo. ¿Qué tan fuertes y potencialmente destructivos y costosos podrían ser los terremotos que produce la industria del *fracking*? sigue siendo una pregunta abierta.

En algunos casos, los fluidos inyectados por la industria del petróleo y el gas, evidentemente, han entrado y activado fallas previamente desconocidas.¹⁸⁶ El hecho de que existan estas fallas destaca aún las limitaciones fundamentales de comprensión y predicción, sobre el tiempo y el lugar en que se producirá el próximo terremoto de la industria del gas y del petróleo. Este hecho pone de relieve asimismo que las hipótesis acerca de la red de vías de contaminación del agua en la vecindad de un pozo de inyección determinado pueden cambiar.

De manera más general, las ondas sísmicas que producen los terremotos –tanto los naturales como los inducidos por las inyecciones de la industria de petróleo y gas– pueden incrementar el problema de pozos con fugas de la industria de gas y petróleo. Las ondas sísmicas pasan a diferentes velocidades a través de diferentes



Consecuencias del descarrilamiento de un tren con petróleo en Lac-Mégantic, Quebec, julio de 2013.

FOTO CC-BY-SA @ SÛRETÉ DU QUÉBEC

profundidades, debido a las diferencias en densidad (y elasticidad) de las capas subyacentes de formaciones rocosas penetradas por un pozo de petróleo y gas. Como consecuencia, las ondas sísmicas no afectan de manera uniforme los pozos construidos, lo que da lugar a tensiones físicas que pueden aumentar la probabilidad de fallas de cementación o carcasa.

Los terremotos producidos por la industria de petróleo y gas han tomado a muchos por sorpresa, pero los científicos han sabido por mucho tiempo que las inyecciones (y extracciones) de líquidos bajo la superficie pueden inducir terremotos.¹⁸⁷ Sin embargo, pocos anticiparon los recientes incidentes en Dakota del Norte en los que tanques de residuos de la industria del gas y del petróleo fueron alcanzados por un rayo, lo que produjo explosiones que derramaron los contaminantes en las tierras circundantes y ardieron por varios días.¹⁸⁸ Los tanques metálicos de almacenamiento explotaron, porque -para evitar la corrosión- estaban revestidos con fibra de vidrio, que tiene una conductividad mucho más baja que el metal y por lo tanto se sobrecalienta.¹⁸⁹

También se produjeron explosiones de trenes que transportaban petróleo de fractura hidráulica en la región de Bakken, Dakota del Norte.¹⁹⁰ El aumento de la producción de petróleo de *fracking* en Dakota del Norte y Texas ha llevado a una rápida expansión en el transporte de petróleo en tren a las refinerías, en parte debido a que la producción ha superado la construcción de ductos.¹⁹¹ El secretario de Energía Ernest Moniz ha señalado que la industria petrolera prefiere ahora transportar el petróleo en tren, por la flexibilidad que ofrece.¹⁹² Sin embargo, varias explosiones de trenes con petróleo han traído a la vanguardia de la atención pública los llamados trenes-bomba.¹⁹³ La más catastrófica de dichas explosiones, que tuvo lugar en Lac-Mégantic, Quebec, destruyó varias manzanas de la ciudad y mató a 47 personas.



FOTO CC-BY-SA @ FRED AUCH / FRACTRACKER.ORG

Las cuatro explosiones de alto perfil que se han presentado hasta el momento -en Quebec, Virginia, Alabama y Dakota del Norte- reflejan que el petróleo contiene cantidades relativamente grandes de gas natural líquido, que es altamente explosivo.¹⁹⁴ Las explosiones también reflejan que se están enviando grandes cantidades de petróleo -a menudo más de 10 millones de litros por tren- a distancias muy grandes, del orden de 1500 kilómetros.¹⁹⁵

Las explosiones de trenes de petróleo han llevado el tema del *fracking* a regiones en las que no realiza esta práctica, las cuales incluyen: Minnesota, Washington, DC, Alabama y el Pacífico noroccidental.¹⁹⁶ Por ejemplo, alrededor de 250 vagones de trenes de petróleo pasan por el centro de Seattle cada día, y recientemente varios de estos coches se han descarrilado a baja velocidad, sin incidentes, sirviendo como llamado potencial de atención para la ciudad.¹⁹⁷ Un análisis de los proyectos previstos para la ampliación de la capacidad de refinación en la región -incluyendo irónicamente la conversión de las instalaciones que estaban destinadas a combustibles líquidos renovables- añadiría hasta 12 trenes de petróleo de 1.5 kilómetros de largo cada día al sistema ferroviario del noroeste.¹⁹⁸

Tomados en conjunto, los terremotos, la caída de rayos y los trenes que explotan son un recordatorio de que la perforación de pozos de *fracking* ahora significa muchas cosas diferentes para comunidades que se ven afectadas en formas diversas. Pero nada afecta a los residentes de comunidades que viven junto a los sitios de la industria de gas y petróleo más visceralmente que la contaminación del aire producida por la industria del petróleo y el gas, la cual se suma a la contaminación climática de la industria.

Impactos sobre el aire y el clima

En esencia, la perforación y fractura hidráulica da lugar a tres corrientes diferentes de contaminantes que fluyen al aire: a) las nubes de polvo de sílice resultantes de la minería y el manejo de la arena sílica utilizada en los fluidos de fractura hidráulica; b) las plumas (formas que toman las emisiones de un contaminante, en el agua o el aire; en inglés “plumes”) de subproductos de la combustión de motores, llamaradas y explosiones; y c) la corriente de contaminantes que la industria de petróleo y gas trae a la superficie y se fugan al aire.

Los arreglos con la industria llaman a aumentar el monitoreo para comprender mejor y en forma precisa los riesgos de la exposición a sustancias tóxicas para las personas y animales que viven junto a las operaciones

de perforación y fractura hidráulica. Sin embargo, las exigencias de controles prolongados y estudios adicionales sólo aseguran que habrá más contaminación y más daños. Aun suponiendo que se puedan poner en práctica una regulación y una supervisión más fuertes, y que se puedan eliminar la negligencia, los accidentes y las explosiones, el nivel básico de contaminación del aire y el cambio climático producidos por la industria continuarán dañando la salud pública y produciendo riesgos climáticos inaceptables. La mejor forma de evitar la contaminación del aire y el clima que produce la industria del *fracking* es su prohibición absoluta.

Polvo de sílice

En los sitios en que se maneja la arena sílica y se prepara para su mezcla en fluidos de *fracking*, se forman nubes de polvo de sílice.¹⁹⁹ Estas nubes también emanan de los sitios de minería y procesamiento de la arena sílica. Al igual que con el tema de la explosión de los trenes que transportan petróleo, la extracción de arena sílica ha ampliado el alcance de los impactos del *fracking* más allá de las regiones en que se explota el gas y el petróleo de lutitas. Los estados de Wisconsin, Minnesota, Illinois y Iowa, extraen o tratan grandes cantidades de arena sílica.²⁰⁰

Una revisión reciente de los impactos de la perforación y fractura hidráulica en la salud pública indica que “la sílice respirable puede causar silicosis y cáncer de pulmón y se ha asociado con tuberculosis y enfermedades pulmonares obstructivas crónicas, renales y autoinmunes.”²⁰¹ El Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional de EEUU midió los niveles de sílice en 11 sitios de pozos, durante el manejo de la arena sílica, y encontró que las exposiciones superan los umbrales establecidos para proteger la salud de los trabajadores, en algunos casos por un factor de diez.²⁰²

Los residentes que viven cerca de las operaciones también pueden enfrentarse a riesgos graves de salud. “Respirarlo no es bueno. Se puede sentir en la garganta y en la nariz”, explicó una persona que vive al otro lado de la calle de una planta de lavado de arena en Wisconsin.²⁰³ Pero se desconocen –debido a que han sido poco estudiadas– las consecuencias específicas para las personas que viven cerca de minas de arena y sitios de perforación.²⁰⁴ En una escuela en New Auburn, Wisconsin, situada cerca de cuatro minas de arena sílica, se ha encontrado sílice en los filtros de aire utilizados en el sistema de aire acondicionado de la escuela, lo que sugiere que hay exposición de bajo nivel en la comunidad.²⁰⁵

Subproductos de la combustión

El escape de los generadores diesel y de los grandes camiones que abarrotan los sitios de *fracking*, y el humo producido por la quema de gas en pozos, plantas de procesamiento, y estaciones de compresión, por no hablar de las explosiones, crean una segunda corriente de emisiones tóxicas al aire.

Junto con el bióxido de carbono de la combustión, estas plumas contienen cantidades variables de contaminantes peligrosos del aire, que incluyen dióxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, partículas y compuestos orgánicos volátiles (COV), tales como los hidrocarburos benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos (BTEX) y diversos hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP).²⁰⁶

Se requieren cientos de viajes de camiones de carga pesada por pozo, en gran parte para transportar agua, productos químicos y equipos, así como los residuos que resultan de la perforación y el *fracking*.²⁰⁷ Conseguir que la industria convierta las flotas de camiones y los generadores por los que queman gas natural reduciría los problemas de calidad del aire por escapes de diesel, y los problemas respiratorios y cardiovasculares de salud asociados con tales escapes,²⁰⁸ pero no sin el efecto perjudicial de afianzar la demanda para más perforación y fractura hidráulica.

El humo de llamaradas en los sitios de pozos y plantas de procesamiento se suma a los niveles de referencia del escape de motores de manera mucho menos definida, dependiendo de la eficiencia de la combustión y de la composición de los gases residuales que se queman. Por supuesto, las explosiones individuales son imprevistas, pero se han convertido en una consecuencia esperada del *fracking*, que pueden dar lugar a nubes de humo tóxico durante días.²⁰⁹



FOTO CC-BY-SA © PETE STERN / FRACTRACKER.ORG

Contaminantes que las compañías de petróleo y gas sacan a la superficie

La tercera corriente de contaminación de la industria de petróleo y gas son las plumas de mezclas de hidrocarburos de pozos o específicas del lugar y otros contaminantes del aire y/o el clima, como se explica en el cuadro 2 (páginas 13 y 14). Estos contaminantes provienen del subsuelo, y se mueven al aire como consecuencia de la perforación y la fractura hidráulica. Varios estudios realizados en 2013 y 2014, han demostrado que la industria del petróleo y el gas emite más contaminantes al aire y el clima que lo estimado por cifras oficiales.

Los contaminantes del aire y el clima que las compañías de petróleo y gas traen a la superficie incluyen: metano y otros compuestos orgánicos volátiles, como hidrocarburos BTEX y otros hidrocarburos aromáticos, que incluyen HAPs; sulfuro de hidrógeno; radón derivado del radio presente en formaciones rocosas específicas; y productos químicos de *fracking* suspendidos en el aire en forma de vapor o aerosol, como glutaraldehído, etilenglicol y metanol.²¹⁰

Cantidades variables de estos contaminantes fluyen de una amplia gama de fuentes en las diferentes etapas de manejo de hidrocarburos, que incluyen: la perforación, cementación y construcción de la carcasa; inmediatamente después de la inyección de fluido de *fracking*; a partir del almacenaje de residuos; por accidentes, derrames y explosiones; por llamaradas ineficientes; fugas de válvulas, bridas, juntas, dispositivos neumáticos, tuberías y otros equipos utilizados para administrar, procesar, comprimir y transportar los hidrocarburos -petróleo crudo, líquidos de gas natural y gas natural.²¹¹

Una vez más, el metano es un gas de efecto invernadero potente y uno de los principales motores del calentamiento global.²¹² Los tóxicos del aire BTEX irritan la piel y pueden provocar problemas en el sistema nervioso y respiratorio si la exposición es a corto plazo, y un daño mayor si la exposición es a largo plazo, incluyendo cáncer.²¹³ En la presencia de la luz solar, los BTEX y otros compuestos orgánicos volátiles también se combinan con subproductos de la combustión para formar ozono, un irritante respiratorio que puede resultar fatal para las personas con asma.²¹⁴ Los HAP (hidrocarburos aromáticos policíclicos) que caen en tierra y aguas superficiales pueden acumularse en la cadena alimenticia, lo que podría resultar en niveles nocivos de exposición para las personas que consumen peces contaminados.²¹⁵ El sulfuro



FOTO CC-BY-SA @ LINDAD KROP, ENVIRONMENTAL DEFENSE CENTER / FRACTRACKER.ORG

de hidrógeno es altamente venenoso, por lo que los trabajadores de la industria de gas y petróleo en los sitios de pozos deben usar monitores personales equipados con alarmas.²¹⁶

Los productos químicos en el fluido de fractura hidráulica, así como los subproductos -en gran parte desconocidos- de reacciones químicas durante la fractura hidráulica, se movilizan junto con los gases de hidrocarburos y otros contaminantes, y salen en el aire en grados variables.²¹⁷ Esto pone en la perspectiva apropiada la necesidad de divulgar los químicos utilizados para *fracking*, como un componente importante de la contaminación de la industria. Sin embargo, la divulgación completa de dichos químicos no pondría fin a la contaminación del agua y el aire que genera esta industria.

El tema de la secrecía de los químicos de *fracking* es de gran interés para el público, en parte porque es un ejemplo de la deferencia que los políticos conceden regularmente a las empresas de petróleo y gas, y porque ilustra cómo tal deferencia frena las investigaciones científicas de los impactos de la industria en la salud pública y el medio ambiente. De hecho, representantes de la industria del petróleo y el gas han trabajado con la Comisión Norteamericana de Intercambios entre Legisladores (ALEC), y, a su vez, ALEC ha ayudado a que las legislaturas de los estados sólo tengan en cuenta los requisitos de divulgación que sean aceptables para la industria.²¹⁸ Incluso cuando se requiere la divulgación en casos de emergencias, como ha ocurrido en algunos estados, el cumplimiento de las empresas ha sido lento.²¹⁹

Con regulaciones que varían de un estado a otro, las protecciones de secrecía comercial otorgadas por la Ley de Control de Sustancias Tóxicas dan lugar a que las

empresas de *fracking* típicamente no tienen que revelar todos los productos químicos que bombean al subsuelo.²²⁰ De hecho, en muchos casos, las compañías de petróleo y gas agregan productos comerciales estandarizados a los fluidos de fractura hidráulica que preparan in situ, sin conocer realmente sus componentes.²²¹

Se sabe que las compañías de petróleo y gas han inyectado una amplia variedad de productos químicos tóxicos para fracturar pozos, y que han inyectado otros productos químicos cuyas toxicidades no están bien estudiadas.²²² Por ejemplo, entre los productos químicos identificados, se conoce o se sospecha que más de 100 son disruptores endocrinos.²²³ También se han utilizado desde 2005 numerosos agentes carcinógenos conocidos o sospechosos como aditivos en los fluidos de fractura hidráulica.²²⁴ Muchas de las sustancias químicas que se utilizan son volátiles, lo que significa que se escapan fácilmente al aire.²²⁵ Se sabe muy poco acerca de los riesgos de salud que plantean las mezclas de productos químicos que llegan a la superficie, y la extensión de las reacciones químicas que forman subproductos peligrosos.²²⁶

Las emisiones superan las estimaciones de los funcionarios

Además de los requisitos inadecuados para la divulgación de los productos químicos de *fracking*, hay muchos otros retos fundamentales relacionados con la cuantificación de las emisiones de la industria de petróleo y gas para cada uno de los contaminantes mencionados anteriormente.

Los desafíos comienzan con el número y la diversidad de las fuentes, y como cambia con el tiempo la variedad de fuentes según la operación de la industria de petróleo y gas, al desarrollar nuevas áreas y adoptar prácticas nuevas.²²⁷ Las diferencias geológicas de un pozo a otro, y las diferentes etapas -desde la producción hasta la distribución- de los sistemas de petróleo y gas dan lugar a diferencias en la composición química de lo que se libera al aire.²²⁸ El caudal y la composición química de las plumas de un solo proveedor también pueden cambiar con el tiempo, bajo condiciones normales de operación,²²⁹ y puede aumentar rápidamente, y de forma inesperada, como consecuencia de fallas en los equipos.

Estos factores hacen que el tamaño y composición química de las plumas en la tercera corriente de emisiones varíe, tanto de un pozo a otro, como en forma específica para cada lugar. Es importante destacar que la comprensión de las emisiones de la industria está

bloqueada por la falta de acceso a los sitios y los datos en poder de las compañías de petróleo y gas, suponiendo que tengan esos datos. Como se ha señalado ya, estas empresas están facultadas por las protecciones de secrecía comercial y por las exenciones clave otorgadas para la industria del petróleo y el gas bajo leyes ambientales emblemáticas. Una tesis doctoral finalizada en 2014 revela otro de los obstáculos para obtener información completa: muchos datos simplemente no existen, por ejemplo, para pozos de petróleo y gas abandonados con fugas de metano y otros gases de hidrocarburos.²³⁰

Frente a estos desafíos, la EPA estima las emisiones usando un enfoque de abajo hacia arriba, empezando con un inventario de todas las diferentes actividades de la industria realizadas en un año determinado.²³¹ La EPA utiliza luego estimados desactualizados en gran medida del promedio de emisiones de cada actividad para llegar a una estimación de las emisiones totales de los sistemas de petróleo y gas natural.²³² Este enfoque se basa en gran medida en auto-reportes voluntarios de la industria.²³³

En 2013, la Oficina del Inspector General de la EPA encontró que muchos factores de emisión de la industria del petróleo y gas eran de “calidad mala o desconocida”, debido a la escasez de datos, lo que lleva al resultado de que “probablemente se subestiman los criterios reales de las emisiones contaminantes de las fuentes de producción de petróleo y gas.”²³⁴ Por ejemplo, no hay factores de emisión para tóxicos en el aire y compuestos orgánicos volátiles que emanan de pilas de desechos, de los tanques de agua producida, de pasos en el proceso de terminación de pozos incluyendo el proceso específico de *fracking*, y de dispositivos neumáticos o válvulas de presión.²³⁵



FOTO CC-BY-SA @SAM MALONE / FRACTRACKER.ORG

Los datos de niveles reales de diversos hidrocarburos en la atmósfera, tomados de aviones en vuelo y/o de lugares de monitoreo en la superficie, hacen posible una alternativa, el enfoque de arriba hacia abajo para estimar las emisiones de la industria. Usando la química atmosférica, los científicos toman estos datos y luego los combinan con los de los patrones de viento para estimar, trabajando hacia atrás, los flujos dinámicos de metano y otros hidrocarburos que fluyeron sobre un yacimiento de petróleo y gas y dieron lugar a los niveles de hidrocarburos que se midieron.²³⁶

Los científicos que usan este enfoque de medición con aeronaves en Utah, Colorado y Pensilvania sugieren que las cantidades de metano y otros contaminantes que fluyen al aire de los sitios de explotación de petróleo y gas son mayores que las estimaciones de abajo hacia arriba sobre la base de factores de emisión desactualizados y auto-reportes de la industria.²³⁷

Volando sobre un yacimiento de petróleo y gas en Utah un día de febrero de 2012, Karion et al midieron niveles muy altos de metano -equivalentes a 6.2-11.7% de la producción de gas natural de ese mes, suponiendo que el día era representativo de las emisiones diarias mensuales.²³⁸ En abril de 2014, Caulton et al publicaron un estudio de las emisiones de metano durante la etapa de perforación en pozos en Pensilvania y encontraron varios súper-emisores, de 100 a 1000 veces la estimación de emisiones de la EPA durante la fase de perforación utilizada en los estimados del inventario de abajo hacia arriba.²³⁹ En mayo de 2014, Petron et al determinaron las emisiones de metano en la cuenca Denver-Julesberg en Colorado durante un período de dos días en el año 2012, mediante el uso de equipos de vigilancia en las torres y en aviones que volaron por encima del yacimiento, y llegaron a la conclusión de que las medidas de las emisiones de metano eran “cerca de 3 veces más altas que la estimación de emisiones por hora en base a datos de reportes de gas del Programa de Efecto Invernadero de la EPA para 2012.”²⁴⁰

Debido a la variabilidad de un sitio a otro, las emisiones de metano se pueden utilizar sólo como un indicador bruto de las emisiones de otros contaminantes traídos a la superficie por la industria del petróleo y el gas. Sin embargo, estos resultados son consistentes con la conclusión del Inspector General de la EPA de que las estimaciones de inventarios actuales subestiman las emisiones de tóxicos y otros compuestos orgánicos volátiles de la industria de gas y petróleo al aire, no sólo de metano.

Es importante destacar que Petron et al estimaron que las emisiones de benceno fueron alrededor de siete veces más grandes que lo que sugieren las estimaciones de los inventarios de Colorado²⁴¹ El hecho de que las emisiones de benceno fueron no aproximadamente tres veces más grandes—como en el caso de metano—sino casi siete veces más grandes, demuestra que las fórmulas genéricas simples (es decir, lineales) para inferir los niveles de compuestos orgánicos volátiles (COVs) diferentes del metano a partir de los niveles de metano, pueden inducir a errores. La inferencia simple de compuestos orgánicos volátiles distintos del metano a partir del metano puede ocultar diferencias potencialmente cruciales -y perjudiciales- en las composiciones de los gases de hidrocarburos crudos de pozos, así como ocultar las diferencias en las composiciones de las diferentes corrientes de gases naturales gestionados en diferentes etapas de sistemas de gas natural. En otras palabras, puede ser que fluyan gases mucho más perjudiciales que los estimados de algunos pozos en algunas regiones, no sólo en la cuenca Denver-Julesberg. Esto pone de relieve que la perforación y el *fracking* generalizados constituyen un gran experimento sin control, y que las consecuencias para la salud humana siguen siendo en gran medida desconocidas.²⁴²

Los estudios de arriba hacia abajo, basados en mediciones de aeronaves, sólo proporcionan un vistazo a las emisiones durante un período de tiempo corto, y de fuentes dentro de áreas relativamente pequeñas de actividad de la industria. En un artículo publicado en diciembre de 2013, Miller et al sugirieron que, a nivel nacional en 2010, las fugas de gas natural de la industria de petróleo y gas en Estados Unidos ascendieron al equivalente de más del 3 por ciento del consumo de gas natural en ese año; es decir,



FOTO CC-BY-SA © JOSHUA DOUBEK / COMMONS.WIKIMEDIA.ORG



los autores sugieren que las emisiones reales fueron 30 por ciento mayores que las estimaciones de la EPA.²⁴³ En una revisión de la literatura científica publicada en febrero de 2014 por Brandt et al, sobre las emisiones de metano de la industria de petróleo y gas, se llegó a la misma conclusión de que el enfoque de inventarios de abajo hacia arriba, utilizado por la EPA subestima significativamente las emisiones nacionales de metano.²⁴⁴

La dependencia del gas natural provoca más calentamiento global que lo que se esperaba

Debido a que la comprensión de las emisiones nacionales de metano es deficiente, los impactos climáticos de la perforación y el *fracking* generalizados son objeto de debate en la actualidad.²⁴⁵ Pero el foco abrumador de este debate sobre los impactos climáticos de la utilización de gas natural en lugar de carbón para generar electricidad pierde de vista el papel de la industria de petróleo y gas como fuente importante de la contaminación climática.

Alrededor de dos tercios de la contaminación climática de los Estados Unidos proviene de la industria del petróleo y gas, con un poco menos de 30 por ciento derivado de la producción, procesamiento, transporte y uso de gas natural.²⁴⁶ Sin embargo, las estimaciones de fugas de metano utilizadas para llegar a estas cifras se basan en las subestimaciones oficiales discutidas antes.²⁴⁷ Las cifras anteriores sobre la contaminación del clima derivadas de la industria del petróleo y el gas también dependen de comparaciones de las contribuciones relativas de los diferentes gases de efecto invernadero al calentamiento a nivel mundial.²⁴⁸ Ahora, de acuerdo con el consenso científico que se presentó en la evaluación más reciente del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (PICC), es claro que los funcionarios también han subestimado en gran medida el potencial del metano como agente de cambio climático.²⁴⁹

El PICC afirma ahora que, libra por libra, un pulso de metano de las trampas de la industria de petróleo y gas genera 36 veces más calor que un pulso de dióxido de carbono, durante un periodo de tiempo de 100 años, y atrapa 87 veces más calor durante un período de 20 años.²⁵⁰ Sorprendentemente, desde el primer informe de evaluación del PICC, cada informe posterior -en 1996, 2001, 2007 y más recientemente 2013- ha aumentado la estimación del “potencial de calentamiento global” del metano en relación con el bióxido de carbono.²⁵¹ El incremento más reciente, que fue el más grande,²⁵² plantea la cuestión de si habrá más incrementos a medida que progresa la ciencia del clima.

A pesar de la contaminación climática significativa de los sistemas de gas natural, los defensores de este combustible lo promocionan como herramienta para abordar el reto del calentamiento global.²⁵³ El debate sobre el impacto climático de cambiar de otros combustibles fósiles a gas natural se ha convertido en algo polémico, en parte debido a que se basa en una falsa opción: quemar gas natural o quemar otros combustibles fósiles. Al enmarcar el impacto climático del *fracking* de esta manera, se pierden de vista tres puntos cruciales.

En primer lugar, recientemente se está empleando el *fracking* principalmente para extraer petróleo. Desde finales de agosto de 2012, alrededor del 75 por ciento o más de las plataformas de perforación se han dirigido principalmente a petróleo, no a gas natural, y cerca de dos tercios de todos los equipos de perforación que operan en Estados Unidos son del tipo de perforación horizontal a través de formaciones de lutitas y otras rocas compactas.²⁵⁴ El *fracking* hace que sea posible llevar a la superficie y quemar mucho más petróleo de lo imaginado, y nunca ha habido ninguna pretensión de que tal consumo de petróleo sea menos malo para el clima.²⁵⁵

En segundo lugar, un mayor uso de gas natural en el sector eléctrico no sólo desplaza otros combustibles fósiles, sino también soluciones más limpias, como las energías solar y eólica y la eficiencia energética.²⁵⁶

En tercer lugar, la mayor parte del carbón sustituido, en lugar de permanecer bajo tierra, es exportado y quemado en otros países, neutralizando, a nivel internacional, las reducciones de emisiones de dióxido de carbono que provienen de cambiar a gas natural en Estados Unidos.²⁵⁷ La afirmación de que estos otros países de cualquier manera quemarían carbón extraído en otros países²⁵⁸ refleja los estándares tan bajos de liderazgo que tiene Estados Unidos en el tema del calentamiento global.

A reserva de estas tres advertencias, Food & Water Watch estudió concienzudamente las condiciones y los supuestos bajo los cuales el uso de gas natural -en lugar de otros combustibles fósiles- podría en realidad significar un calentamiento global marginalmente menor. La quema de gas natural produce aproximadamente la mitad de bióxido de carbono que la quema de carbón, con menos potencial

de reducción de bióxido de carbono al utilizar gas natural en lugar de petróleo, gasolina o diesel.²⁵⁹ Sin embargo, estas reducciones potenciales de bióxido de carbono se compensan con las fugas de metano del sistema de gas natural; qué tanto se compensan sigue siendo un punto abierto y controvertido.²⁶⁰

Cuadro 5 • El petróleo y gas que se extraería usando fracking debe permanecer bajo tierra

Con el fin de tener hasta una probabilidad del 75 por ciento para mantener el calentamiento bajo 2 grados centígrados (evitando altos riesgos de impactos del clima extremadamente peligrosos e irreversibles, como el aumento del nivel del mar, la destrucción del hábitat y el clima extremo), entonces debemos mantener las emisiones totales de CO₂ a partir del año 2015 hasta el año 2050 bajo 440 gigatoneladas (Gt, o un billón de kilogramos).ⁱ Este presupuesto de CO₂ razonable y conservativo es el resultado de dejar a un lado los problemas que la industria del petróleo y gas tiene con las fugas de metano.

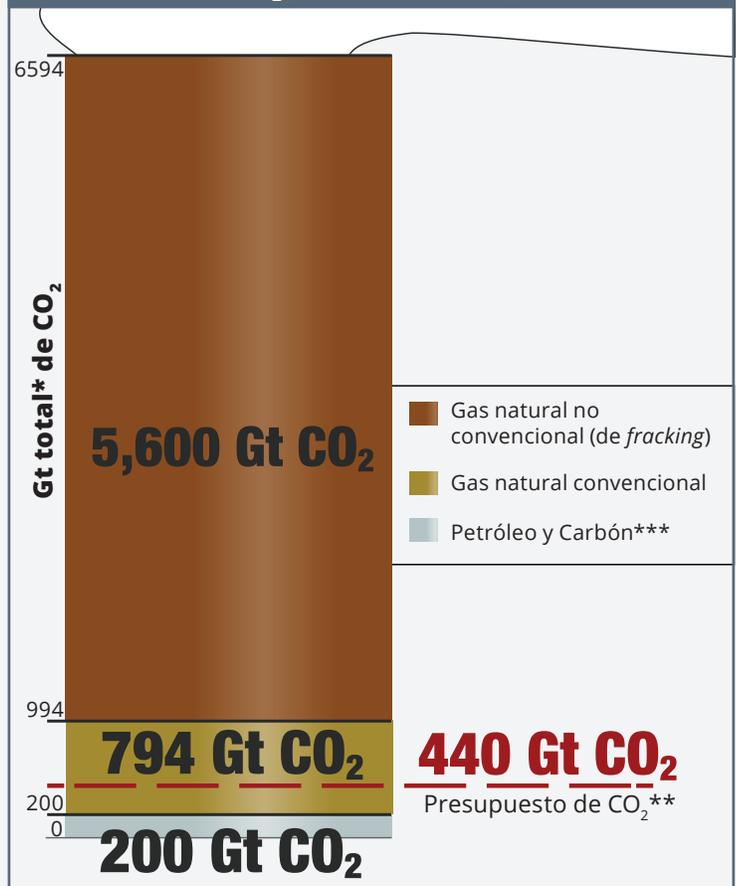
Parte de este presupuesto, alrededor de 440 Gt de CO₂ se gastaría decelerando y eliminando por etapas el petróleo y carbón. Aun si llegamos al final de la quema de carbón en 2025 y la quema de productos derivados del petróleo para el año 2035 – objetivos globales extremadamente ambiciosos – haciendo eso equivaldría a alrededor de 200 Gt de CO₂. Esto dejaría 240 Gt de CO₂ que sería utilizado por la quema de gas natural.

Tomando solamente en cuenta las emisiones de CO₂ procedentes de la quema de todo el gas natural “convencional” añadiría 794 Gt de CO₂, que viene siendo más de tres veces esa cantidad. Los defensores del *fracking* están promoviendo mucho más que

eso. Según al comité científico asesor del gobierno alemán, la quema de todas las fuentes mundiales de gas natural no convencional (es decir, el gas de lutitas, gas compacto y metano en capas de carbón de *fracking*) equivaldría a alrededor de 5,600 Gt CO₂.

En otras palabras, aun suponiendo que no hay gas convencional, y asumiendo una acción muy agresiva para eliminar el uso del petróleo y carbón, casi todo (alrededor de 22/23 de) el gas natural del *fracking* debe permanecer bajo tierra sin quemarse.

Gráfico 1 • Para detener el calentamiento global, no hay espacio en el presupuesto de CO₂ para el fracking



i Cálculo de Food & Water Watch, basado en: Schellnhuber, Hans J. et al. German Advisory Council on Global Change. “World in Transition – A Social Contract for Sustainability.” 2011 at 38 and 114; Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory. “Fossil Fuel CO₂ Emissions.” Available at http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/meth_reg.html. Accessed January 25, 2015.

* 1 Gt = 1 gigatoneladas = 1 billón de kilogramos

** Este presupuesto global de CO₂ para los años 2015 hasta el año 2050 corresponde a 75 por ciento de probabilidad de permanecer bajo 2 grados centígrados en el calentamiento global, un aumento de la temperatura umbral que ya promete peligrosos impactos del cambio climático. (Fuente: Consejo Asesor Alemán, EIA)

*** Esto supone políticas agresivas para eliminar el petróleo para el año 2035 y el carbón para el año 2025 para llegar a una estimación muy conservativa de las emisiones inevitables que vienen con la quema de estos combustibles fósiles.

Hay una variedad de maneras de comparar las emisiones de metano con las de dióxido de carbono, con el fin de cuantificar los impactos climáticos de la quema de gas natural en lugar de carbón, combustibles para calefacción, gasolina, o diesel.²⁶¹ El metano no persiste en la atmósfera tanto como el dióxido de carbono, por lo que las medidas usadas para comparar las emisiones de los dos gases de efecto invernadero dependen del marco de tiempo considerado.²⁶² Es necesario centrarse –el período en el que el metano atrapa mucho más calor que el dióxido de carbono, kilo por kilo,²⁶³ –por tres razones fundamentales.²⁶⁴

La primera razón es que nos encontramos ante el riesgo de que los puntos de inflexión climática serán superados a corto plazo, lo que significa que podrían entrar en juego retroalimentaciones positivas naturales y dar lugar a cambios irreversibles.²⁶⁵ Por ejemplo, la reducción de la cobertura de hielo del Ártico significa que se absorberá más luz del sol y el calentamiento será mayor.²⁶⁶ Por otra parte, cualquier calentamiento que derrita cristales de hielo que tienen metano atrapado dará lugar a más emisiones de metano, y por lo tanto a un mayor calentamiento.²⁶⁷ De hecho, el deshielo del permafrost en la península de Yamal, en Rusia, y la posterior liberación de grandes cantidades de metano, probablemente explica la formación de cráteres sin fondo aparente en julio de 2014.²⁶⁸

En segundo lugar, incluso descontando el riesgo de los puntos de inflexión climático, los aumentos de temperatura que se espera podrían llegar a 2 grados centígrados de calentamiento post-industrial, prometen ser peligrosos y costosos.²⁶⁹

En tercer lugar, la ciencia del clima actual, advierte que para tener una “buena” oportunidad –es decir, una posibilidad significativamente mejor de 50-50- de mantener el calentamiento por debajo de 2 grados Celsius, requiere dejar de usar todos los combustibles fósiles en forma muy rápida, dejando la mayoría bajo tierra y sin quemarse, para evitar la contaminación de dióxido de carbono, sin mencionar la de metano.²⁷⁰ (Ver la Cuadro 5 en la página 22.)

Volviendo a la cuestión de fugas de metano, un estudio de 2012 encontró que las fugas de gas natural, que ascienden a más de 3.8 por ciento aproximadamente del consumo de gas natural, implican que el cambio de quema de carbón por combustión de gas natural para generar electricidad sería peor para el clima durante 20 años, se emparejaría en los 20 años siguientes, y sería un poco menos perjudicial después.²⁷¹ Los autores determinaron, además, que

fugas del orden de 7.6 por ciento harían que tal cambio empeorara en un horizonte de tiempo de 100 años.²⁷² Estos índices de fugas de equilibrio se calcularon, sin embargo, usando estimaciones –ahora obsoletas- de la potencia del metano como causante del cambio climático.²⁷³

Si se considera un horizonte de 20 años, el punto de equilibrio para las fugas está más cerca de 2.8 por ciento para la generación de electricidad, cuando el cálculo se realiza teniendo en cuenta las nuevas estimaciones de potencia de metano del PICC.²⁷⁴ Del mismo modo, en el marco de tiempo de 20 años, el punto de equilibrio para las fugas también es menor, ahora en aproximadamente 0.9 por ciento cuando el gas natural desplaza al diesel en camiones pesados y 1.7 por ciento cuando el gas natural desplaza a la gasolina en los coches; ambos puntos de equilibrio para fugas no incorporan varios factores que los harían incluso menores.²⁷⁵ Como ya se indicó, las fugas de gas natural en el año 2010 ascendieron a más de 3 por ciento del consumo en ese año.²⁷⁶ Queda por ver cuánto más gas natural por encima del 3 por ciento se escapó entonces, y si se sigue escapando mucho más del 3 por ciento.²⁷⁷

Por lo tanto, en el mejor de los casos, pasarán décadas antes de que la sustitución del carbón por gas natural en el sector eléctrico se traduzca en un daño moderadamente menor en el clima –lo que es en realidad el “beneficio para el clima” que presentan los defensores de la perforación y fractura hidráulica para el gas natural. Fundamentalmente, esto supone que se pueden poner en marcha normas adecuadas para reducir las fugas de gas, y que éstas se hagan aplicar. Sin embargo, esto sigue siendo poco probable, dada la posición atrincherada que tiene la industria del petróleo y el gas en la política, la economía y el derecho estadounidenses.

Varios estudios ya han dejado claro que simplemente cambiar a una mayor dependencia energética del gas natural tendrá poco efecto en los impactos devastadores del calentamiento mundial.²⁷⁸ En particular, la Agencia Internacional de Energía (IEA) calcula que un escenario de dependencia mundial aumentada del gas natural, o “Edad de Oro del Gas”, llevaría a un aumento de la temperatura media global de 3.5 grados centígrados (alrededor de 6.3 grados Fahrenheit) para el año 2035, a partir de tiempos pre- industriales.²⁷⁹

Permitir tal aumento en la temperatura media global es inadmisibles.²⁸⁰ Cambiaría las estaciones de crecimiento regionales y alteraría los patrones de lluvia y deshielo familiares, amenazando las comunidades y economías costeras con el aumento y la acidificación de los mares,

produciría sequías regionales que no tienen precedentes en la historia humana, y daría lugar a riesgos de puntos de inflexión climáticos, incluyendo cambios “abruptos e irreversibles” en los ecosistemas, con calentamiento desbocado propiciado por retroalimentaciones positivas en el sistema climático.²⁸¹

Este estudio de la IEA se realizó antes del consenso que aumenta la potencia del metano como gas de efecto invernadero, y son anteriores a la evidencia de que las autoridades han subestimado significativamente las emisiones de metano procedentes de la industria de petróleo y gas.

Es evidente que debemos terminar cuanto antes con la era de los combustibles fósiles. Como corolario, debemos evitar que los que tienen grandes intereses en la extracción de petróleo y gas sigan invirtiendo capital y mano de obra en infraestructura que pondría un candado a la contaminación climática por décadas.²⁸² Sin embargo, esto es precisamente el resultado que podemos esperar si seguimos el curso actual de la política energética de Estados Unidos, marcado por compromisos a largo plazo de aumentar la generación de electricidad con gas natural,²⁸³ y de invertir decenas de miles de millones de dólares, si no cientos de miles de millones de dólares, en una acumulación masiva de infraestructura para exportación de combustibles fósiles.²⁸⁴

Ilustrando la hipocresía de la retórica de la industria del petróleo y el gas con respecto al *fracking* y la seguridad energética de Estados Unidos, las solicitudes actuales de autorización para exportar gas natural licuado son 60 por ciento mayores que la producción de gas natural seco de los Estados Unidos en 2013.²⁸⁵ Dado que la producción convencional de gas natural está en declive, el aumento de producción de gas natural para cumplir con los

contratos de exportación provendría de la intensificación y aceleración de la perforación y fractura hidráulica para gas de lutitas.²⁸⁶

Salud pública, impactos económicos y sociales

Los efectos de la perforación y fractura hidráulica que se presentaron en los capítulos 2 a 4, están afectando negativamente la calidad de vida de las comunidades, y dañando la salud pública y las economías locales. Los problemas de salud y otras lesiones derivadas de las operaciones de perforación y fractura hidráulica han puesto de cabeza la vida de muchos miles de individuos afectados.²⁸⁷ Estos daños se ven agravados por los grandes problemas de salud pública y económicos que enfrentan las comunidades, debido al cambio climático y al escenario de bomba de tiempo que se avecina por los riesgos a largo plazo a acuíferos vitales, generados por la industria del petróleo y el gas.

Con respecto a los impactos específicos de la contaminación del aire sobre la salud pública, un estudio clave realizado en 2014 explica que la naturaleza “episódica y fluctuante” de las plumas de contaminantes tóxicos procedentes de sitios industriales, da lugar a que las medidas estándares de calidad del aire -promedios para una región y un lapso de tiempo- no muestren la “intensidad, frecuencia o duración de las exposiciones reales de las personas a las mezclas de materias tóxicas, publicadas regularmente para los sitios [de desarrollo de gas natural no convencional].”²⁸⁸ Los autores señalan que estos problemas de salud incluyen “respuestas respiratorias, neurológicas, y dérmicas, así como sangrado vascular, dolor abdominal, náuseas y vómitos”²⁸⁹ y sugieren que la naturaleza episódica y fluctuante de la contaminación industrial explica la desconexión actual entre los muchos informes de problemas de salud por un lado, y las justificaciones contrarias de impactos mínimos en la calidad del aire que presentan las empresas, basadas en medidas promedio de calidad del aire, que no muestran las exposiciones máximas reales experimentadas por individuos.²⁹⁰

Un aspecto desafortunado de los casos de problemas de salud que se han acumulado en Pensilvania es que los funcionarios de salud estatales pueden haber recibido instrucciones de mirar hacia otro lado,²⁹¹ lo que sirve como un triste recordatorio de las consecuencias reales que se derivan de la captura corporativa de los procesos regulatorios que están destinadas a proteger al público.



FOTO CC-BY-SA J. WILLIAMS / FRACTRACKER.ORG

En Colorado, las medidas de calidad del aire han puesto de manifiesto que los residentes que viven cerca de los pozos de petróleo y de gas natural, han estado sometidos a un riesgo alto de exposición al cancerígeno benceno.²⁹² Algunos de los mismos científicos, en un estudio posterior publicado en 2014, mostraron una asociación entre los defectos de nacimiento y la proximidad a pozos de petróleo y gas a los domicilios de mujeres embarazadas.²⁹³

En varias regiones de los Estados Unidos, el ozono -que daña los cultivos y agrava los problemas respiratorios, entre otros problemas de salud- ha llegado a niveles peligrosos, debido en gran parte a las fuentes colectivas de compuestos orgánicos volátiles y subproductos de la combustión emitidos por operaciones de petróleo y gas.²⁹⁴

Se requeriría una red extensa y adaptable de monitores en tiempo real para emisiones de contaminantes al aire -junto con la divulgación completa de los químicos, y la comprensión completa de los subproductos de las reacciones químicas de *fracking*- antes de que se pueda conocer el alcance total de las exposiciones experimentadas por los trabajadores de la industria y por las personas que viven cerca a los pozos. Esto implicaría un esfuerzo regulador grande y caro, pero continuarían persistiendo preguntas de investigación abiertas con respecto a los efectos combinados del *fracking* sobre la salud de las personas expuestas.²⁹⁵

Algunos investigadores que trabajaban en la “Iniciativa de perforación segura de la cuenca Marcellus” del ex-Gobernador de Maryland, Martin O’Malley, han indicado que se generarían datos mejores si los residentes de Maryland que tienen la mala suerte de vivir o trabajar al lado de los sitios de perforación y *fracking*, pudieran portar dispositivos de monitoreo personales para la calidad de aire.²⁹⁶ Estos residentes serían de hecho conejillos de indias humanos de un gran experimento sin control frente a estas preguntas abiertas. Es inaceptable que -para que los intereses de la industria de petróleo y gas puedan expandir sus operaciones- se hayan inscrito en este experimento residentes de comunidades seleccionadas para la perforación y fractura hidráulica.

Sin embargo, más allá de los contaminantes químicos, hay muchos otros factores importantes de estrés de la salud pública y económicos que acompañan al *fracking* generalizado.²⁹⁷ En enero de 2013, la Asociación Americana de Salud Pública aprobó una declaración que mencionaba “una amplia gama de posibles problemas de salud ambiental” incluyendo la contaminación acústica



Combate del incendio producido en el liner (membrana de polietileno de alta densidad) de una pila de aguas residuales de fracking, en el pueblo de Hopewell, Pensilvania.

FOTO CC-BY-SA @ FRACTRACKER.ORG

y lumínica; impactos en el bienestar de la comunidad; la salud mental, ocupacional y pública local; y los sistemas de atención a la salud y de respuesta a emergencias.²⁹⁸

En términos más generales, los trastornos sociales y económicos experimentados por las comunidades incluyen: consecuencias diversas a la salud física y mental;²⁹⁹ aumento de la demanda por servicios de urgencias y otros servicios sociales, daños a caminos públicos;³⁰⁰ disminución del valor de la propiedad;³⁰¹ aumento de la delincuencia y enfermedades de transmisión sexual;³⁰² y pérdidas que resienten sectores establecidos de las economías locales, como la agricultura y el turismo.³⁰³ En Pensilvania, la escasez de vivienda está duplicando y triplicando los alquileres locales, obligando a los trabajadores de bajos ingresos -que previamente habían sido autosuficientes- a acudir a la beneficencia pública para solicitar ayuda, con el fin de cubrir los aumentos en el costo de la vida.³⁰⁴

Es importante destacar que es probable que algunos de los trastornos que enfrentan las comunidades persistan mucho tiempo después de que salgan de la ciudad la maquinaria y los trabajadores de la industria de petróleo y gas. Un estudio de 2014 señaló que “...a largo plazo, las comunidades dependientes de los recursos naturales experimentan tasas de desempleo relativamente altas; además de pobreza, inestabilidad, desigualdad, delincuencia y bajo nivel educativo.”³⁰⁵ El director de servicios sociales de Dakota del Norte lo expresó así: “aproximadamente 10 por ciento de las personas se benefician de los pozos de petróleo y el 90 por ciento tienen que sufrir los problemas.”³⁰⁶ Esto pone en perspectiva las afirmaciones de la industria sobre el empleo, que por lo general se derivan de modelos

no verificables de pronósticos económicos, basados en datos proporcionados por la misma industria.³⁰⁷

Para las comunidades sometidas a auges seguidos de declinación en la extracción de recursos naturales, la explicación de los resultados negativos a largo plazo incluye: “la susceptibilidad a patrones económicos volátiles relacionados con el desarrollo de minerales, la poca riqueza capturada a nivel local, la disminución de la inversión externa, la falta de diversidad económica y la gobernanza ineficaz.”³⁰⁸

La riqueza no se captura a nivel local cuando los arrendatarios que se benefician de la extracción no son locales. Además, cuando las compañías de petróleo y gas se mueven a otros sitios para perforar nuevos pozos de petróleo o gas, gran parte del gasto asociado tiene lugar en las ciudades donde tienen su sede las empresas y su base los trabajadores calificados.³⁰⁹ La inversión menor y la “falta de diversidad económica” en las comunidades con perforación y fractura hidráulica puede provenir en parte de la “estigmatización” creada por la contaminación industrial y el riesgo inminente de contaminación a largo plazo.³¹⁰ Los pilares tradicionales de las economías locales pueden ser marginalizados del auge local, y luego no se recuperan una vez que disminuye la actividad de perforación, en particular la agricultura y el turismo que típicamente dependen mucho de la reputación de la comunidad y la región.³¹¹

La “gobernanza ineficaz” a nivel local,³¹² se ve agravada por la influencia omnipresente, a largo plazo y de gran magnitud de la industria del petróleo y el gas en la gobernanza a nivel federal y estatal. Teniendo en cuenta las exenciones previstas en todas las leyes ambientales emblemáticas, el gobierno federal se deslinda “en gran parte en forma deliberada del cuadro normativo”, lo que da lugar a una “política de regulación fracturada y fragmentada a nivel nacional.”³¹³ Los diferentes estados y municipios, han adoptado enfoques diferentes, que van desde prohibiciones totales a una “carrera al abismo” para asegurar los requerimientos de la industria de petróleo y gas.³¹⁴ Tal acción se hace a expensas del público.

Las preguntas científicas abiertas en torno a los impactos del *fracking* se traducen en riesgos irreductibles e inaceptables. Aun suponiendo alguna forma ideal de gobernanza que no sea inefectiva, los daños inevitables causados por accidentes, fugas y derrames de contaminantes; los riesgos de contaminación de aguas subterráneas, el cambio climático y las perturbaciones sociales y económicas a largo plazo, justifican la prohibición del *fracking*.

Prohibir el *fracking* para dar paso a una energía futura segura y sostenible

La evidencia es clara. La perforación y el *fracking* generalizados crean todos los impactos arriba descritos a la salud pública, además de riesgos y daños ambientales, y ponen en peligro la sociedad con la perspectiva de un clima tremendamente inestable. El conocimiento científico actual apoya la precaución en vista de los riesgos y daños descritos. La ciencia del clima, en particular, apoya la adopción de medidas urgentes para poner fin a nuestra dependencia de los combustibles fósiles.³¹⁵ Sin embargo, por encima de todos los riesgos y los daños analizados en este informe, el *fracking* generalizado está suplantando oportunidades para que la humanidad pueda beneficiarse de soluciones energéticas seguras y sostenibles.³¹⁶

Cientos de comunidades en todo el país, y en todo el mundo, están a la altura de las circunstancias y han aprobado prohibiciones municipales, convocatorias de moratorias y otras acciones contra el *fracking*.³¹⁷ Estas acciones desafían directamente la legitimidad de la posición atrincherada de la industria de petróleo y gas dentro de nuestra política, economía, infraestructura, instituciones, leyes y cultura. Son signos del cambio social y moral necesario contra los combustibles fósiles.³¹⁸ Las acciones ayudan a fomentar una transición hacia un sistema energético seguro y sostenible.

La industria del petróleo y el gas ha respondido organizando grupos de presión y campañas políticas en las que invierten mucho dinero, y contratando especialistas en relaciones públicas, aprovechando su posición atrincherada en la política, la sociedad y nuestra economía,³¹⁹ pero esta respuesta está destinada a fallar.

Estados Unidos ha sido bendecido con recursos energéticos renovables abundantes, y tiene tecnologías innovadoras y políticas de probada eficacia para eliminar el derroche innecesario de energía.³²⁰ Sólo se necesitan una acción política urgente, un liderazgo político fuerte y un cambio cultural rápido para reorientar nuestra economía, con el fin de que se requiera menos energía, se satisfagan las necesidades energéticas de manera eficiente y se aprovechen los recursos energéticos renovables.

Para marcar el comienzo de esta visión de un futuro energético seguro y sostenible –y para agilizar el cambio social y moral que se requiere para eliminar rápidamente todos los combustibles fósiles– instamos a las comunidades y a los que formulan políticas a nivel local, estatal y federal a:

- Prohibir el *fracking* y las actividades asociadas, tales como la extracción de arena sílica y la eliminación de residuos resultantes del *fracking*;
- Investigar completamente las acusaciones de contaminación por perforación y fractura hidráulica;
- Poner fin a las exenciones de las leyes ambientales y de salud pública de que goza la industria de petróleo y gas;
- Poner fin a la financiación pública de la industria del petróleo y gas, incluyendo los miles de millones de dólares en recortes de impuestos directos a las ganancias, de que disfruta la industria de petróleo y gas todos los años;
- Dejar de exportar combustibles fósiles y detener la construcción de infraestructura para apoyar estas exportaciones;
- Promulgar políticas agresivas de conservación de energía, incluyendo grandes inversiones en transporte público y otras soluciones para ahorro de energía;
- Establecer programas ambiciosos para implementar e incentivar las tecnologías existentes de energías renovables y de alta eficiencia energética, con el fin de reducir la demanda de combustibles fósiles;
- Modernizar la red eléctrica de Estados Unidos para que dé servicio a la distribución de energías renovables generadas; y
- Hacer inversiones radicales en investigación y desarrollo para superar las barreras tecnológicas a la generación de energía limpia y soluciones energéticas eficientes.



FOTO DE SUZAN WOZNY

Notas y referencias

- 1 Food & Water Watch. "U.S. Energy Insecurity: Why Fracking for Oil and Natural Gas Is a False Solution." November 2012 at 6 to 7.
- 2 Reddall, Braden. "California senators want more information on oil well 'acid jobs.'" *Reuters*. June 18, 2013; Allen, Greg. "Florida county goes to court over 'acid fracking' near Everglades." *National Public Radio*. July 2, 2014; American Petroleum Institute (API). [Briefing paper]. "Acidizing: Treatment in Oil and Gas Operators." May 2014 at 1.
- 3 Brandt, A. R. et al. "Supplementary materials for 'Methane leaks from North American natural gas systems.'" *Science*. Vol. 343, Iss. 733. February 14, 2014 at 45; API. [Press release]. "Investment in U.S. shale well drilling surges in 2011." April 29, 2013; Cook, Matt. "Douglas-Westwood forecast: 35% increase in well completion count from 2013-2020 to drive only 17% rise in oil, gas output." *Drilling Contractor*. April 22, 2014.
- 4 "Little oversight for offshore fracking." *Associated Press*. October 19, 2013; Wethe, David. "Deep water fracking next frontier for offshore drilling." *Bloomberg*. August 7, 2014; Halliburton. [White paper]. "Fracturing Fluid Systems." July 2013 at 5.
- 5 U.S. Energy Information Administration (EIA). "Annual Energy Outlook (AEO) 2012: With Projections to 2035." DOE/EIA-0383(2012). June 25, 2012 at 59.
- 6 Ingraffea, Anthony R. et al. "Assessment and risk analysis of casing and cement impairment in oil and gas wells in Pennsylvania, 2000–2012." *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Preprint, published online May 30, 2014 at 2; Davies, Richard J. et al. "Oil and gas wells and their integrity: Implications for shale and unconventional resource exploitation." *Marine and Petroleum Geology*. Vol. 56. September 2014 at 5.
- 7 Lawrence, Bridget. Halliburton. "Before abandoning your well, why not consider a re-frac?" April 18, 2013; Brandt, A. R. et al. "Supplementary materials for 'Methane leaks from North American natural gas systems,'" 2014 at 46; Hughes, J. David. Post Carbon Institute. "Drill, Baby, Drill: Can Unconventional Fuels Usher in a New Era of Energy Abundance." April 2013 at ii.
- 8 Gold, Russell and Tom McGinty. "Energy boom puts wells in America's backyards." *Wall Street Journal*. October 25, 2013.
- 9 See Food & Water Watch, Fracking Action Center, Local Actions Against Fracking. Available at www.foodandwaterwatch.org/water/fracking/fracking-action-center/local-action-documents/. Accessed August 23, 2014.
- 10 Loder, Asjlynn. "Shakeout threatens shale patch as frackers go for broke." *Bloomberg News*. May 27, 2014; Loder, Asjlynn. "Dream of U.S. oil independence slams against shale costs." *Bloomberg News*. February 26, 2014; Barron, Jeff. U.S. EIA. "As cash flow flattens, major energy companies increase debt, sell assets." July 29, 2014.
- 11 Nelder, Chris. "The energy transition tipping point is here." *SmartPlanet*. March 3, 2014.
- 12 Fernholz, Tim. "Four reasons why US fracking could turn out to be a bubble." *Quartz*. July 23, 2014; Food & Water Watch. November 2012 at 7 to 12; Stockman, Lorne. Oil Change International. "Should It Stay or Should It Go? The Case Against U.S. Crude Oil Exports." October 2013 at 4 and 11.
- 13 Campanale, Mark and Jeremy Leggett. Carbon Tracker Initiative. "Unburnable Carbon: Are the world's financial markets carrying a carbon bubble?" July 2011 at 2 and 6; International Energy Agency (IEA). "World Energy Outlook 2012." 2012 at 259; Hansen, James et al. "Assessing 'dangerous climate change': Required reduction of carbon emissions to protect young people, future generations and nature." *PLoS One*. Vol. 8, Iss. 12. December 2013 at 3; Field, Christopher et al. "Technical Summary for Policymakers." In Field, Christopher et al. (2014). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change: Summary for Policymakers*. New York: Cambridge University Press at 14.
- 14 Rabe, Barry G. "Shale play politics: The intergovernmental odyssey of American shale governance." *Environmental Science & Technology*. Vol. 48, Iss. 15. August 5, 2014 at 8370.
- 15 Holeywell, Ryan. "Former Obama official: Fracking has never been an environmental problem." *FuelFix*. February 5, 2014; Diouhy, Jennifer A. "Salazar navigates ethical limits in new role." *FuelFix*. June 11, 2013; See Public Accountability Initiative (PAI). "Industry Partner or Industry Puppet? How MIT's influential study of fracking was authored, funded, and released by oil and gas industry insiders." March 2013; See PAI. "Fracking and the Revolving Door in Pennsylvania." February 2013; Horn, Steve. "Revealed: Former Energy in Depth spokesman John Krohn now at U.S. EIA promoting fracking." *DeSmogBlog*. May 23, 2014; Horn, Steve. "Heather Zichal, former Obama energy aide, named to board of fracked gas exports giant Cheniere." *DeSmogBlog*. June 20, 2014.
- 16 See PAI. "Contaminated Inquiry: How a University of Texas Fracking Study Led by a Gas Industry Insider Spun the Facts and Misled the Public." July 2012; See PAI, March 2013; Horn, Steve. "Frackademia: The people & money behind the EDF methane emissions study." *DeSmogBlog*. September 16, 2013; Horn, Steve. "'Frackademia' strikes again at USC with 'Powering California' study release." *DeSmogBlog*. March 14, 2014.
- 17 U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Office of Inspector General (OIG). "Response to Congressional Inquiry Regarding the EPA's Emergency Order to the Range Resources Gas Drilling Company." Report No. 14-P-0044. December 20, 2013 at 16; Brandt, A. R. et al. "Supplementary materials for 'Methane leaks from North American natural gas systems.'" 2014 at 42.
- 18 U.S. Government Accountability Office (GAO). "Interior Has Begun to Address Hiring and Retention Challenges but Needs to Do More." GAO-14-205. January 2014 at 14.
- 19 Nolon, J. R. and S. E. Gavin. "Hydrofracking: State preemption, local power, and cooperative governance." *Case Western Reserve Law Review*. Vol. 63, Iss. 4. April 29, 2013 at 1001 to 1013; Mall, Amy and Dianne Donnelly. Natural Resources Defense Council. "Petition for Rulemaking Pursuant to Section 6974(a) of the Resource Conservation and Recovery Act." September 8, 2010 at 8 to 9.
- 20 Roberts, David. "Direct subsidies to fossil fuels are the tip of the (melting) iceberg." *Grist*. October 27, 2011; Nelder, Chris. "Reframing the transportation debate." *SmartPlanet*. October 19, 2011.
- 21 Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2013). *Inventory of Estimated Budgetary Support and Tax Expenditures for Fossil Fuels 2013*. Paris: OECD Publishing at 429 to 430; Weiss, Daniel. "Obama budget drains tax breaks for Big Oil." *ClimateProgress*. April 10, 2013.
- 22 Sierra Club and Oil Change International. "Polluting Our Democracy and Our Environment." April 2014 at 2.
- 23 U.S. EIA. "Glossary: crude oil" Available at www.eia.gov/tools/glossary/. Accessed August 22, 2014.
- 24 U.S. EIA. "Glossary: natural gas liquids." Available at www.eia.gov/tools/glossary/. Accessed August 22, 2014; von Oettingen, Wolfgang Felix. "The toxicity and potential dangers of aliphatic and aromatic hydrocarbons." *Yale Journal of Biology and Medicine*. Vol. 15, Iss. 2. December 1942 at 167.
- 25 U.S. EIA. "Glossary: natural gas." Available at www.eia.gov/tools/glossary/. Accessed August 22, 2014; Brown, Heather. EC/R, Incorporated. [Memorandum to Bruce Moore, U.S. EPA]. "Composition of natural gas for use in the oil and natural gas sector rulemaking." June 29, 2011.
- 26 Myhre, Gunnar et al. "Anthropogenic and Natural Radiative Forcing." In Stocker, T. F. et al. (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge and New York: Cambridge University Press at 714.

- 27 Stocker, T. F. et al. "Technical Summary." In Stocker, T. F. et al. (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge and New York: Cambridge University Press at 53.
- 28 U.S. EPA. Office of Research and Development (ORD). "Study of the Potential Impacts of Hydraulic Fracturing on Drinking Water Resources: Progress Report." EPA 601/R-12/011. December 2012 at 18 to 19 and 43.
- 29 Adgate, John L. et al. "Potential public health hazards, exposures and health effects from unconventional natural gas development." *Environmental Science & Technology*. Vol. 48, Iss. 15. August 5, 2014 at 8310; U.S. EPA. Office of Air and Radiation (OAR). "Regulatory Impact Analysis: Final New Source Performance Standards and Amendments to the National Emissions Standards for Hazardous Air Pollutants for the Oil and Natural Gas Industry." April 2012 at 4–24.
- 30 Adgate et al. 2014 at 8310; Vengosh, Avner et al. "A critical review of the risks to water resources from unconventional shale gas development and hydraulic fracturing in the United States." *Environmental Science & Technology*. Vol. 48, Iss. 15. August 5, 2014 at 8338 and 8340.
- 31 U.S. GAO. "Information on the Quantity, Quality, and Management of Water Produced During Oil and Gas Production." January 9, 2012 at 12.
- 32 *Ibid.*
- 33 *Ibid.*; Vengosh et al. 2014 at 8341 to 8342; International Atomic Energy Agency (IAEA). "Radiation Protection and the Management of Radioactive Waste in the Oil and Gas Industry." Safety Reports Series, No. 34. November 2003 at 53 to 54.
- 34 Goldstein, Bernard D. et al. "The role of toxicological science in meeting the challenges and opportunities of hydraulic fracturing." *Toxicological Sciences*. Vol. 139, Iss. 2 June 2014 at 280; Shonkoff, Seth B. C. et al. "Environmental public health dimensions of shale and tight gas development." *Environmental Health Perspectives*. Vol. 122, Iss. 8. August 2014 at 788.
- 35 Konschnik, Katherine E. et al. Harvard Law School. Environmental Law Program. "Legal fractures in chemical disclosure laws: Why the voluntary chemical disclosure registry FracFocus fails as a regulatory compliance tool." April 23, 2013 at 1; Brown, David et al. "Understanding exposure from natural gas drilling puts current air standards to the test." *Reviews on Environmental Health*. Preprint, published online March 2014 at 4; U.S. House of Representatives. Committee on Energy and Commerce. [Minority Staff report]. "Chemicals Used in Hydraulic Fracturing." April 2011 at 2.
- 36 U.S. House Committee on Energy and Commerce. 2011 at 1 and 8; Adgate et al. 2014 at 8308.
- 37 Reddall (2013); Allen (2014); API. 2014 at 1.
- 38 DiGiulio, Dominic C. et al. U.S. EPA. [Draft]. "Investigation of Ground Water Contamination Near Pavillion, Wyoming." December 2011 at xi.
- 39 *Ibid.* at xiii.
- 40 *Ibid.* at 27.
- 41 Lustgarten, Abraham. "EPA's abandoned Wyoming fracking study one retreat of many." *ProPublica*. July 3, 2013.
- 42 *Ibid.*
- 43 U.S. EPA. [Press release]. "Wyoming to lead further investigation of water quality concerns outside of Pavillion with support of EPA." June 20, 2013.
- 44 Lustgarten (July 3, 2013).
- 45 *Ibid.*
- 46 Pennsylvania Department of Environmental Protection. "Consent Order and Settlement Agreement Between the Commonwealth of Pennsylvania, Department of Environmental Protection and Cabot Oil & Gas Corporation." December 15, 2010 at 2.
- 47 U.S. EPA. [Press release]. "EPA completes drinking water sampling in Dimock, Pa." July 25, 2012.
- 48 Lustgarten (July 3, 2013).
- 49 *Ibid.*
- 50 U.S. EPA OIG. December 2013 at 16.
- 51 S. J. Res. 54. 91st Cong. (1969).
- 52 Amann, Rachel et al. Interstate Oil and Gas Compact Commission. Prepared for U.S. Department of Energy (DOE), National Energy Technology Laboratory (NETL). "New Energy Technologies: Regulating Change." March 17, 2010 at 36.
- 53 Vengosh et al. 2014 at 8334.
- 54 Field et al. 2014 at 6, 13, 14 and 31.
- 55 Rotty, R. M. and G. Marland. Institute for Energy Analysis. Oak Ridge Associated Universities. Prepared for U.S. DOE. "Production of CO2 from Fossil Fuel Burning by Fuel Type: 1860-1982." September 1984 at 12 to 14; Stocker, T. F. et al. 2013 at 50 and 52.
- 56 Linn, Anne. [Rapporteur]. (2014). "Development of Unconventional Hydrocarbon Resources in the Appalachian Basin: Workshop Summary." Washington, DC: National Academy of Sciences at 5; Hansen, Evan et al. Downstream Strategies and San Jose State University. Prepared for Earthworks Oil & Gas Accountability Project. "Water Resource Reporting and Water Footprint from Marcellus Shale Development in West Virginia and Pennsylvania." October 30, 2013 at 10.
- 57 Nicot, Jean-Philippe et al. University of Texas at Austin. Jackson School of Geosciences. Prepared for Texas Water Development Board. "Current and Projected Water Use in the Texas Mining and Oil and Gas Industry." June 2011 at 54 and 72.
- 58 Linn. 2014 at 16; Hansen, Evan et al. 2013 at 31; King, G. "Hydraulic Fracturing 101: What every representative, environmentalist, regulator, reporter, investor, university researcher, neighbor and engineer should know about estimating frac risk and improving frac performance in unconventional gas and oil wells." SPE 152596. Society for Petroleum Engineers Conference at The Woodlands, Texas, February 6–8, 2012 at 10.
- 59 Linn. 2014 at 16; Hansen, Evan et al. 2013 at 31.
- 60 U.S. EPA. "Summary of the Technical Workshop on Water Acquisition Modeling: Assessing Impacts Through Modeling and Other Means, June 4, 2013." September 2013 at A–16.
- 61 *Ibid.* at A–17.
- 62 *Ibid.*
- 63 Freyman, Monika and Ryan Salmon. Ceres. "Hydraulic Fracturing & Water Stress: Growing Competitive Pressures for Water." May 2013 at 6.
- 64 *Ibid.* at 15.
- 65 *Ibid.* at 7.
- 66 Nicot, Jean-Philippe, et al. "Source and fate of hydraulic fracturing water in the Barnett shale: A historical perspective." *Environmental Science & Technology*. Vol. 48, Iss. 4. February 18, 2014 at 2467.
- 67 *Ibid.*
- 68 Finley, Bruce. "Colorado farms planning for dry spell losing auction bids for water to fracking projects." *Denver Post*. April 1, 2012; Whaley, Monte. "98 percent of Colorado in a drought, say CSU climatologists." April 3, 2012.
- 69 Ponce, Zack. "Hurt by drought, NM farmers are selling off water intended for irrigation to oil & gas companies for fracking" *Current-Arbus News* (NM). January 29, 2014.
- 70 Linn. 2014 at 5.
- 71 U.S. EPA. September 2013 at A–16; Souther, Sara et al. "Biotic impacts of energy development from shale: Research priorities and knowledge gaps." *Frontiers in Ecology and the Environment*. Vol. 12, Iss. 6. August 2014 at 334.
- 72 Winter, Thomas C. et al. U.S. Geological Survey (USGS). "Ground Water and Surface Water: A Single Resource." USGS Circular 1139. 1998 at 2 to 5.
- 73 Souther et al. 2014 at 334.
- 74 Sloneker, E. T. et al. USGS. "Landscape consequences of natural gas extraction in Bradford and Washington Counties, Pennsylvania, 2004-2010." Open-File Report 2012-1154. 2012 at 5; Entekin, Sally et al. "Rapid expansion of natural gas development poses a threat to surface waters." *Frontiers in Ecology and the Environment*. Vol. 9, Iss. 9. October 2011 at 508.

- 75 Musselman, Robert C. and John L. Korfmacher. "Ozone in remote areas of the southern Rocky Mountains." *Atmospheric Environment*. Vol. 82. January 2014 at 383, 384 and 388.
- 76 Vengosh et al. 2014 at 8339 to 8344; Souther et al. 2014 at 330.
- 77 Kassotis, Christopher D. et al. "Estrogen and androgen receptor activities of hydraulic fracturing chemicals and surface and ground water in a drilling-dense region." *Endocrinology*. Vol. 155, Iss. 3. March 2014 at 897.
- 78 Lustgarten, Abraham. "The trillion-gallon loophole: Lax rules for drillers that inject pollutants into the earth." *ProPublica*. September 20, 2012.
- 79 Mall and Donnelly. 2010 at 41; Warner, Barbara and Jennifer Shapiro. "Fractured, fragmented federalism: A study in fracking regulatory policy." *Publius: The Journal of Federalism*. Vol. 43, Iss. 3. Summer 2013 at 478.
- 80 Lustgarten, Abraham. "Buried secrets: Is natural gas drilling endangering U.S. water supplies?" *ProPublica*. November 13, 2008.
- 81 Finley, Bruce. "Oil and gas spills surge, two a day, residents often not notified." *Denver Post*. July 29, 2014.
- 82 Kusnetz, Nicholas. "North Dakota's oil boom brings damage along with prosperity." *ProPublica*. June 7, 2012.
- 83 Soraghan, Mike. "U.S. well sites in 2012 discharged more than Valdez." *E&E EnergyWire*. July 8, 2013; Soraghan, Mike. "Many mishaps among drillers, but few fines." *E&E EnergyWire*. July 15, 2013.
- 84 Soraghan, Mike. "Spills up 18 percent in U.S. in 2013." *E&E EnergyWire*. May 12, 2014.
- 85 Legere, Laura. "DEP: Oil and gas operations damaged water supplies 209 times since end of '07." *Pittsburgh Post-Gazette*. July 22, 2014.
- 86 Wang, Wei. Louisiana State University. Department of Petroleum Engineering. [PhD dissertation]. "Emergence of Delamination Fractures Around Casing and Its Stability." May 2014 at 2.
- 87 Hansen, Evan et al. 2013 at 33 and 36; Nicot et al. 2014 at 2465.
- 88 Hansen, Evan et al. 2013 at 33 and 36; Nicot et al. 2014 at 2465.
- 89 Hansen, Evan et al. 2013 at 33 and 36; Nicot et al. 2014 at 2465.
- 90 Lustgarten, Abraham. "California halts injection of fracking waste, warning it may be contaminating aquifers." *ProPublica*. July 18, 2014.
- 91 Warner, Nathaniel R. et al. "Impacts of shale gas wastewater disposal on water quality in western Pennsylvania." *Environmental Science & Technology*. Vol. 47, Iss. 20. October 15, 2013 at 11849 to 11852.
- 92 *Ibid.* at 11850 and 11855.
- 93 IAEA. 2003 at 50 to 55 and 69; Vengosh et al. 2014 at 8341 and 8342; Kappel, William M. et al. USGS. "Water resources and shale gas/oil production in the Appalachian Basin—Critical issues and evolving developments." Open-File Report 2013-1137. August 15, 2013 at 5 to 6.
- 94 Banerjee, Neela. "Oil drilling in North Dakota raises concerns about radioactive waste." *Los Angeles Times*. July 26, 2014; McMahon, Jeff. "Fracking truck sets off radiation alarm at landfill." *Forbes*. April 24, 2013.
- 95 Heyman, Dan. "Concerns over radioactive waste going into WV landfills." *Public News Service*. August 4, 2014.
- 96 Ek, Derrick. "Truck carrying well drill cuttings overturns near landfill." *The Leader* (Corning, NY). August 31, 2010.
- 97 Banerjee (July 26, 2014).
- 98 Kappel et al. 2013 at 5 and 7; North Carolina Departments of Environment and Natural Resources, Commerce, and Justice and RAFI-USA. "North Carolina Oil and Gas Study under Session Law 2011-276." April 2012 at 208.
- 99 IAEA. 2003 at 52.
- 100 Vengosh et al. 2014 at 8341; 76 U.S. Fed. Reg. 66286, 66296. October 26, 2011.
- 101 Wilson, Jessica M. and Jeanne M. Van Briesen. "Source water changes and energy extraction activities in the Monongahela River, 2009–2012." *Environmental Science & Technology*. Vol. 47, Iss. 21. November 5, 2013 at 12575.
- 102 Vengosh et al. 2014 at 8341; 76 U.S. Fed. Reg. 66297. October 26, 2011; U.S. EPA ORD. December 2012 at 107 to 109.
- 103 76 U.S. Fed. Reg. 66286. October 26, 2011; U.S. EPA ORD. December 2012 at 102 and 104.
- 104 Magill, Bobby. "Malfunction sends crude oil spraying 850 feet from well near Severance." *Coloradan*. July 22, 2013; Detrow, Scott. "4,700 gallons of acid spill at Bradford County drilling site." *StateImpact Pennsylvania*. July 5, 2012; Passoth, Kim. "Major oil field spill in Kingfisher County: Concern acidic runoff could reach nearby creek, town water system." KOCO (OK). July 30, 2014.
- 105 Finley (July 29, 2014); Finley, Bruce. "Drilling spills reaching Colorado groundwater; state mulls test results." *Denver Post*. December 9, 2012.
- 106 Fontenot, Brian E. et al. "An evaluation of water quality in private drinking water wells near natural gas extraction sites in the Barnett Shale formation." *Environmental Science & Technology*. Vol. 47, Iss. 17. July 15, 2013 at 10037.
- 107 *Ibid.* at 10032 to 10037.
- 108 Urbina, Ian. "A tainted water well, and concern there may be more." *New York Times*. August 3, 2011; Energy Resources Conservation Board. "Caltex Energy Inc. hydraulic fracturing incident 16-27-068-10W6M September 22, 2011: ERCB investigation report." December 20, 2012 at 1; Banerjee, Neela. "Oil companies fracking into drinking water sources, new research shows." *Los Angeles Times*. August 12, 2014; Lustgarten (July 18, 2014).
- 109 Davies et al. 2014 at 239 to 241, 245 and 251.
- 110 Vengosh et al. 2014 at 8339; Davies et al. 2014 at 239 to 241, 245 and 251; U.S. EPA, Underground Injection Control (UIC) Program. "Permitting Guidance for Oil and Gas Hydraulic Fracturing Activities Using Diesel Fuels: Underground Injection Control Program Guidance #84." February 2014 at A-1 to A-4.
- 111 Dusseault, M. B. et al. "Why Oilwells Leak: Cement Behavior and Long-Term Consequences." Prepared for presentation at the Society of Petroleum Engineers' International Oil and Gas Conference and Exhibition in Beijing, China. SPE 64733. November 2000 at 1.
- 112 Osborn, Stephen G. et al. "Methane contamination of drinking water accompanying gas-well drilling and hydraulic fracturing." *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Vol. 8, Iss. 20. April 14, 2011 at 8173.
- 113 *Ibid.* at 8175.
- 114 Jackson, Robert B. et al. "Increased stray gas abundance in a subset of drinking water wells near Marcellus shale gas extraction." *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Vol. 110, Iss. 28. July 9, 2013 at 11250 and 11251.
- 115 Vengosh et al. 2014 at 8335; Ohio Department of Natural Resources. "Report on the Investigation of the Natural Gas Invasion of Aquifers in Bainbridge Township of Geauga County, Ohio." September 1, 2008 at 46 to 47.
- 116 Vengosh et al. 2014 at 8338.
- 117 Davies et al. 2014 at 241.
- 118 Kelso, Matt. FracTracker. "Over 1.1 million active oil and gas wells in the US." March 4, 2014.
- 119 Suro, Robert. "Abandoned oil and gas wells become pollution portals." *New York Times*. May 3, 1992; Davies et al. 2014 at 240, 245, 246 and 247; Kang, Mary. Princeton University. Department of Civil and Environmental Engineering. [PhD dissertation]. "CO₂, Methane, and Brine Leakage Through Subsurface Pathways: Exploring Modeling, Measurement, and Policy Options." June 2014 at 1; Ingraffea et al. 2014 at 1.
- 120 Ellsworth, William L. "Injection-induced earthquakes." *Science*. Vol. 341, No. 6142. July 12, 2013 at 2.
- 121 *Ibid.* at 2.
- 122 Ingraffea et al. 2014 at 1.
- 123 *Ibid.* at 2; Davies et al. 2014 at 243; U.S. EPA UIC. February 2014 at A-1 to A-4.
- 124 Suro (1992); Davies et al. 2014 at 240, 245, 246 and 247; Kang. 2014 at 1; Ingraffea et al. 2014 at 1.

- 125 Wang. 2014 at 241.
- 126 *Ibid.* at 1 and 82.
- 127 *Ibid.* at 2.
- 128 *Ibid.* at 82; Vengosh et al. 2014 at 8337; Davies et al. 2014 at 241.
- 129 Wang. 2014 at 112 to 113.
- 130 Davies et al. 2014 at 241 and 242.
- 131 Vengosh et al. 2014 at 8337; Bruffato, Claudio et al. "From mud to cement – building gas wells." *Oilfield Review*. Autumn 2003 at 63; Ingraffea et al. 2014 at 1.
- 132 Vengosh et al. 2014 at 8337; Bruffato et al. 2003 at 63.
- 133 Ingraffea et al. 2014 at 1.
- 134 *Ibid.* at 2.
- 135 Vengosh et al. 2014 at 8344.
- 136 *Ibid.*
- 137 Vaidyanathan, Gayathri. "When 2 wells meet, spills can often follow." *E&E EnergyWire*. August 5, 2013; Vaidyanathan, Gayathri. "Small fortune is lost when oil giant's well collides with family business." *E&E EnergyWire*. October 24, 2013; Vaidyanathan, Gayathri. "As 'frack hits' grew in Alberta, regulators stepped in." *E&E EnergyWire*. January 7, 2014.
- 138 Vaidyanathan (August 5, 2013).
- 139 Davies, Richard J. et al. "Hydraulic fractures: How far can they go?" *Marine and Petroleum Geology*. Vol. 37, Iss. 1. November 2012 at 1; Kim, Jihoon and George J. Moridis. "Development of the T+M coupled flow-geomechanical simulator to describe fracture propagation and coupled flow-thermal-geomechanical processes in tight/shale gas systems." *Computers & Geosciences*. Vol. 60. October 2013 at 185.
- 140 Davies et al. 2014 at 241 and 248; Kappel et al. 2013 at 5.
- 141 40 CFR §146.1-2; 40 CFR §146.6; U.S. EPA UIC. February 2014 at 1 and 4 to 5.
- 142 U.S. GAO. "Safeguards Are Not Preventing Contamination From Injected Oil and Gas Wastes." GAO/RCED-89-97. July 1989 at 30 and 31.
- 143 "The Halliburton Loophole." [Editorial]. *New York Times*. November 2, 2009; Warner and Shapiro. 2013 at 479 to 480; Dannenmaier, Eric. "Executive exclusion and the cloistering of the Cheney Energy Task Force." *New York University Environmental Law Journal*. Vol. 16, Iss. 2. April 2008 at 331.
- 144 Halliburton. 2013 at 1.
- 145 U.S. EPA UIC. February 2014 at 9 to 10; 40 CFR §146.6.
- 146 U.S. EPA UIC. February 2014 at 9 to 10; 40 CFR §146.6.
- 147 40 CFR §146.6.
- 148 *Ibid.*
- 149 *Ibid.*
- 150 Cutler, Thor and Kurt Hildebrandt. U.S. EPA. Region 10. [Memorandum, Final Work Product from the National UIC Technical Workgroup]. "Does a fixed radius area of review meet the statutory mandate and regulatory requirements of being protective of USDWs under 40 CFR §144.13?" November 5, 2004 at Attachment at 1.
- 151 *Ibid.* at Attachment at 3.
- 152 *Ibid.* at Attachment at 4.
- 153 Codrington, Ann. U.S. EPA. Office of Water. [Memorandum]. "National Technical Workgroup Products 'Annular injection of drilling wastes into production wells' and 'Does a fixed radius area of review meet the statutory mandate and regulatory requirements of being protective of USDWs under 144.12?'" July 2006 at 2.
- 154 Amann et al. 2010 at 36.
- 155 S. J. Res. 54. 91st Cong. Article III (1969); Ground Water Protection Council. "Member States: State Agency List." Available at www.gwpc.org/state-agencies. Accessed August 23, 2014.
- 156 Polson, Jim. "FracFocus fails as fracking disclosure tool, study finds." *Bloomberg*. April 23, 2013; Koonschnick et al. 2013 at 1.
- 157 Greene, Mary. Environmental Integrity Project. "Fracking Beyond the Law: Despite Industry Denials, Investigation Reveals Continued Use of Diesel Fuels in Hydraulic Fracturing." August 13, 2014 at 8.
- 158 U.S. EPA UIC. February 2014 at 1.
- 159 *Ibid.* at B-1 to B-7.
- 160 *Ibid.* at B-2.
- 161 U.S. GAO. "EPA Program to Protect Underground Sources From Injection of Fluids Associated With Oil and Gas Production Needs Improvement." GAO-14-555. June 2014 at 51 to 53.
- 162 *Ibid.* at 36 and 37.
- 163 Myers, Tom. "Potential contaminant pathways from hydraulically fractured shale to aquifers." *Ground Water*. April 17, 2012 at 872.
- 164 *Ibid.* at 872.
- 165 Warner, Nathaniel R. et al. "Geochemical evidence for possible natural migration of Marcellus Formation brine to shallow aquifers in Pennsylvania." *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Vol. 109, Iss. 30. July 9, 2012 at 11965.
- 166 Kang, Mary et al. "Analytical solutions for two-phase subsurface flow to a leaky fault considering vertical flow effects and fault properties." *Water Resources Research*. Vol. 50, Iss. 4. April 2014 at 3536.
- 167 Kang. 2014 at 40 to 41.
- 168 *Ibid.* at 40 to 43, 46, 52 and 54.
- 169 U.S. EPA ORD. December 2012 at 62 to 70.
- 170 *Ibid.* at 70.
- 171 Moridis, George and Craig M. Freeman. "The RealGas and RealGasH2O options of the TOUGH+ code for the simulation of coupled fluid and heat flow in tight/shale gas systems." *Computers & Geosciences*. Vol. 65. April 2014 at 70.
- 172 U.S. EPA UIC. February 2014 at B-2.
- 173 Lustgarten, Abraham. "Injection wells: the poison beneath us." *ProPublica*. June 21, 2012.
- 174 Ellsworth. 2013 at 2 and 4; Keranen, K. M. et al. "Sharp increase in central Oklahoma seismicity since 2008 induced by massive wastewater injection." *Science*. Vol. 345, No. 6195. July 25, 2014 at 451.
- 175 Ellsworth. 2013 at 1.
- 176 *Ibid.* at 1; U.S. EIA AEO. 2012 at 93.
- 177 Ellsworth. 2013 at 1.
- 178 Baldacci, Marlena and Mariano Castillo. "Oklahoma quakes this year top tremors in California." *CNN*. June 20, 2014.
- 179 Ohio Department of Natural Resources. [Press release]. "Ohio announces tougher permit conditions for drilling activities near faults and areas of seismic activity." April 11, 2014; British Columbia Oil and Gas Commission. "Investigation of Observed Seismicity in the Horn River Basin." August 2012 at 3; Ellsworth. 2013 at 3.
- 180 Kappel et al. 2013 at 7; Ellsworth. 2013 at 4; Keranen et al. 2014 at 451.
- 181 Keranen et al. 2014 at 451.
- 182 Rosenberg, Mica. "Arkansas lawsuits test fracking wastewater link to quakes." *Reuters*. August 27, 2013.
- 183 Keranen, Katie M. et al. "Potentially induced earthquakes in Oklahoma, USA: Links between wastewater injection and the 2011 Mw 5.7 earthquake sequence." *Geology*. Vol. 41, Iss. 6. June 2013 at 699 to 702.
- 184 van der Elst, Nicholas J. et al. "Enhanced remote earthquake triggering at fluid-injection sites in the Midwestern United States." *Science*. Vol. 341, Iss. 164. July 12, 2013 at 165.
- 185 *Ibid.*
- 186 Ohio Department of Natural Resources. [Press release]. "Ohio announces tougher permit conditions for drilling activities near faults and areas of seismic activity." April 11, 2014; Ellsworth. 2013 at 3.
- 187 Ellsworth. 2013 at 3 and 4.
- 188 Wood, Josh. "Lightning a threat to ND saltwater disposal sites." *Associated Press*. July 19, 2014.
- 189 *Ibid.*
- 190 U.S. Department of Transportation (DOT). Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration (PHMSA). "Operation Safe Delivery Update." July 23, 2014 at 2 and 16.

- 191 Krauss, Clifford and Jad Mouawad. "Accidents surge as oil Industry takes the train." *New York Times*. January 25, 2014.
- 192 Moniz, Ernest. Secretary. U.S. DOE. "Secretary Moniz's keynote at the Sam Nunn Policy Forum in Atlanta, GA – as delivered." April 16, 2014.
- 193 Krauss and Mouawad (2014); Horn, Steve. "Exclusive: Permit shows Bakken Shale oil in Casselton train explosion contained high levels of volatile chemicals." *DeSmogBlog*. January 5, 2014.
- 194 U.S. DOT PHMSA. 2014 at 2 and 16.
- 195 *Ibid*.
- 196 Yuen, Laura. "Oil train traffic source of worry in Twin Cities." *Minnesota Public Radio News*. August 11, 2014; de Place, Eric. Sightline Institute. "The Northwest's Pipeline on Rails: Crude Oil Shipments Planned for Puget Sound, Grays Harbor, and the Columbia River." May 2014 at 1; Oil Change International. "Runaway Train: The Reckless Expansion of Crude-by-Rail in North America." May 2014 at 6 and 23.
- 197 Mapes, Lynda. "Oil train derailed in Interbay in Seattle, no spills." *Seattle Times*. July 24, 2014.
- 198 de Place. 2014 at 3.
- 199 National Institute for Occupational Safety and Health. "Hazard Alert: Worker Exposure to Silica during Hydraulic Fracturing." June 2012; Esswein, Eric J. et al. "Occupational Exposures to Respirable Crystalline Silica During Hydraulic Fracturing." *Journal of Occupational and Environmental Hygiene Times*. July 2013 at 347.
- 200 Mertens, Richard. "Next fracking controversy: In the Midwest, a storm brews over 'frac sand'." *Christian Science Monitor*. March 9, 2014; Auch, Ted. FracTracker. "Frac sands mines and related facilities." December 2, 2013.
- 201 Adgate et al. 2014 at 8310.
- 202 Esswein et al. 2013 at 347.
- 203 Smathers, Jason. "Sand mining surges in Wisconsin." *Wisconsin Watch*. July 31, 2011.
- 204 Moore, Christopher W. et al. "Air impacts of increased natural gas acquisition, processing, and use: A critical review." *Environmental Science & Technology*. Vol. 48, Iss. 15. August 5, 2014 at 8353.
- 205 "Wisconsin school district boosts frac sand air filters." *Minnesota Public Radio News*. November 3, 2013
- 206 Adgate et al. 2014 at 8308; U.S. EPA OAR. April 2012 at 4–4; U.S. EPA OIG. "EPA Needs to Improve Air Emissions Data for the Oil and Natural Gas Production Sector." Report No. 13-P-0161. February 20, 2013 at 2.
- 207 Litovitz, Aviva et al. "Supplemental data for 'Estimation of regional air-quality damages from Marcellus Shale natural gas extraction in Pennsylvania.'" *Environmental Research Letters*. Vol. 8, Iss. 1. January-March 2013 at 2.
- 208 Adgate et al. 2014 at 8310.
- 209 Wood, Josh. "Lightning a threat to ND saltwater disposal sites." *Associated Press*. July 19, 2014; Gunderson, Dan and Elizabeth Dunbar. "Huge N.D. oil spill burns into second day; weather shift threatens Casselton." *Associated Press*. December 31, 2013; Hardaway, Ashlie and Matt Belanger. "One fire out, second still burning at Chevron natural gas well blast in Greene County." *WTAE.com* (Pittsburgh). February 13, 2014.
- 210 U.S. EPA OIG. February 2013 at 2 and 3; Adgate et al. 2014 at 8308.
- 211 Brown et al. 2014 at 3; U.S. EPA OAR. April 2012 at 2; Alvarez, Ramon A. et al. "Greater focus needed on methane leakage from natural gas infrastructure." *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Vol. 109, Iss. 17. April 9, 2012 at 6437.
- 212 Stocker, T. F. et al. 2013 at 53; Myhre et al. 2013 at 714.
- 213 Adgate et al. 2014 at 8308; U.S. House Committee on Energy and Commerce. 2011 at 10; U.S. EPA OAR. April 2012 at 4–15 to 4–18.
- 214 U.S. EPA OAR. April 2012 at 4–4, 4–25 and 4–26.
- 215 *Ibid*. at 4–24.
- 216 Adgate et al. 2014 at 8310.
- 217 Goldstein et al. 2014 at 279 to 280; Shonkoff et al. 2014 at 788; Brown et al. 2014 at 4.
- 218 McIntire, Mike. "Conservative nonprofit acts as a stealth business lobbyist." *New York Times*. April 21, 2012; Currier, Cora. "ALEC and ExxonMobil push loopholes in fracking chemical disclosure rules." *ProPublica*, April 24, 2012.
- 219 Arenschield, Laura. "Halliburton delayed releasing details on fracking chemicals after Monroe County spill." *Columbus Dispatch*. July 22, 2014.
- 220 Souther et al. 2014 at 333; Konschnik et al. 2013 at 1; Brown et al. 2014 at 4.
- 221 U.S. House Committee on Energy and Commerce. 2011 at 2.
- 222 Shonkoff et al. 2014 at 789; Kassotis et al. 2014 at 897.
- 223 Kassotis et al. 2014 at 900.
- 224 U.S. House Committee on Energy and Commerce. 2011 at 1 and 8.
- 225 Adgate et al. 2014 at 8308.
- 226 Goldstein et al. 2014 at 279 to 280; Shonkoff et al. 2014 at 788.
- 227 Moore et al. 2014 at 8354; U.S. EPA OIG. February 2013 at 6.
- 228 Moore et al. 2014 at 8354; Brandt, A. R. et al. "Supplementary materials for 'Methane leaks from North American natural gas systems.'" 2014 at 36; U.S. EPA OIG. February 2013 at 6.
- 229 Moore et al. 2014 at 8354; U.S. EPA OIG. February 2013 at 6.
- 230 Kang. 2014 at 56, 58, 76 and 77.
- 231 U.S. EPA OIG. February 2013 at 3 to 5; U.S. EPA. "Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks (GHGI): 1990-2012." EPA 430-R-14-003. April 15, 2014 at 3–65.
- 232 U.S. EPA OIG. February 2013 at 3 to 5; U.S. EPA GHGI. April 2014 at 3–65.
- 233 U.S. EPA OIG. February 2013 at 3 to 5; U.S. EPA GHGI. April 2014 at 3–65 to 3–67.
- 234 U.S. EPA OIG. February 2013 at 15 and 17.
- 235 *Ibid*. at 14.
- 236 Pétron, Gabrielle et al. "A new look at methane and non-methane hydrocarbon emissions from oil and natural gas operations in the Colorado Denver-Julesburg Basin." *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. Vol. 119, Iss. 11. June 16, 2014 at 6840.
- 237 *Ibid*.; Caulton, Dana R. et al. "Toward a better understanding and quantification of methane emissions from shale gas development." *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Vol. 111, Iss. 17. April 29, 2014 at 6238; Pétron, Gabrielle et al. "Hydrocarbon emissions characterization in the Colorado Front Range: A pilot study." *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. Vol. 117, Iss. D4. February 21, 2012; Karion, Anna et al. "Methane emissions estimate from airborne measurements over a western United States natural gas field." *Geophysical Research Letters*. Vol. 40. August 27, 2013 at 4393; Brandt, A. R. et al. "Supplementary materials for 'Methane leaks from North American natural gas systems.'" 2014 at 29.
- 238 Karion et al. 2013 at 4393.
- 239 Caulton et al. 2014 at 6239 and 6241.
- 240 Pétron et al. 2014 at 6836.
- 241 *Ibid*.
- 242 Bamberger, M. and R. E. Oswald. "Impacts of gas drilling on human on animal health." *New Solutions*. Vol. 22, Iss. 1. 2012 at 51.
- 243 Food & Water Watch calculation based on: Miller, Scot M. et al. "Anthropogenic emissions of methane in the United States." *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Vol. 110, Iss. 50. December 10, 2013 at 5; U.S. EPA. "Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-2010." EPA 430-R-12-001. April 15, 2012 at 2–5; and U.S. EIA. "Natural gas consumption by end use." Available at www.eia.gov/dnav/ng/ng_cons_sum_dcu_nus_a.htm. Accessed August 13, 2014.
- 244 Brandt, A. R. et al. "Supplementary materials for 'Methane leaks from North American natural gas systems.'" 2014 at 29.
- 245 Brandt, A. R. et al. "Methane leaks from North American natural gas systems." *Science*. Vol. 343, Iss. 733. February 14, 2014 at 733; Howarth, Robert W. "A bridge to nowhere: Methane emissions and the greenhouse gas footprint of natural gas." *Energy Science & Engineering*. Preprint, published online May 20, 2014 at Abstract.

- 246 Food & Water Watch calculation based on U.S. EPA GHGI. April 2014 at 3–6 and ES–5 to ES–7.
- 247 U.S. EPA. “Annexes to the Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks.” April 15, 2014 at A–397 to A–400.
- 248 *Ibid.*
- 249 Myhre et al. 2013 at 714; U.S. EPA GHGI. April 2014 at 1–9.
- 250 Myhre et al. 2013 at 714.
- 251 U.S. EPA GHGI. April 2014 at 1–9.
- 252 *Ibid.* at 1–9.
- 253 Flavin, Christopher and Nicholas Lenssen. *Power Surge: Guide to the Coming Energy Revolution*. W. W. Norton: New York. 1994 at 91 and 92; Energy Modeling Forum. Stanford University. “Natural Gas, Fuel Diversity and North American Energy Markets.” Report 20. September 2003 at 1; Podesta, John D. and Timothy E. Wirth. Center for American Progress. “Natural Gas: A Bridge Fuel for the 21st Century.” August 10, 2009 at 1; Jaffe, Amy M. “Shale gas will rock the world.” *Wall Street Journal*. May 10, 2010.
- 254 Baker Hughes. “North America Rotary Rig Count.” August 8, 2014.
- 255 Schellnhuber, Hans J. et al. German Advisory Council on Global Change. “World in Transition – A Social Contract for Sustainability.” 2011 at 112 to 113; McKibben, Bill. “Global warming’s terrifying new math.” *Rolling Stone*. July 19, 2012.
- 256 Afsah, Shakeb and Kendyl Salcito. CO2 Scorecard. “Demand reduction slashes US CO2 emissions in 2012.” May 1, 2013; Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21). “Renewables 2014: Global Status Report.” 2014 at 27 and 69.
- 257 Afsah, Shakeb and Kendyl Salcito. CO2 Scorecard. “Shale gas: Killing coal without cutting CO2.” December 2, 2013.
- 258 Revkin, Andrew. “U.S. coal exports eroding domestic greenhouse gains.” *New York Times*. July 28, 2014.
- 259 Alvarez et al. 2012 at 6438.
- 260 Brandt, A. R. et al. “Methane leaks from North American natural gas systems.” 2014 at 733; Howarth. 2014 at Abstract.
- 261 Edwards, Morgan R. and Jessika E. Trancik. “Climate impacts of energy technologies depend on emissions timing.” *Nature Climate Change*. Vol. 4, Iss. 5. April 25, 2014 at 347.
- 262 *Ibid.* at 348.
- 263 Myhre et al. 2013 at 714.
- 264 Howarth. 2014 at 7 to 9; Hansen, James et al. 2013 at 13 to 15; Spratt, David. “The real budgetary emergency & the myth of ‘burnable carbon.’” *Climate Code Red*. May 22, 2014.
- 265 Hansen, James et al. 2013 at 13 to 15; Spratt (May 22, 2014).
- 266 Vinas, Maria-Jose. “NSIDC, NASA say Arctic melt season lengthening, ocean rapidly warming.” *NASA, Earth Science News*. March 31, 2014.
- 267 Hansen, James et al. 2013 at 14.
- 268 Moskvitch, Katia. “Mysterious Siberian crater attributed to methane: Build-up and release of gas from thawing permafrost most probable explanation, says Russian team.” *Nature News*. July 31, 2014.
- 269 Hansen, James et al. 2013 at 4; Anderson, Kevin and Alice Bows. “Beyond ‘dangerous’ climate change: emission scenarios for a new world.” *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*. Vol. 369, Iss. 1934. January 13, 2011 at 20; Roberts, David. “The brutal logic of climate change.” *Grist*. December 6, 2011.
- 270 Hansen, James et al. 2013 at 10 and 20; Spratt (May 22, 2014); Doyle, Alister. “Deep emissions cuts needed by 2050 to limit warming-UN draft.” *Reuters*. August 7, 2014.
- 271 Alvarez et al. 2012 at 6437.
- 272 Brandt, A. R. et al. “Supplementary materials for ‘Methane leaks from North American natural gas systems.’” 2014 at 29; Alvarez et al. 2012 at 6437.
- 273 Hamburg, Steven. Environmental Defense Fund. “Methane: A Key to Dealing With Carbon Pollution?” November 5, 2013.
- 274 Howarth. 2014 at 10; Hamburg (2013).
- 275 Hamburg (2013).
- 276 Food & Water Watch calculation, see endnote 243.
- 277 Brandt, A. R. et al. “Methane leaks from North American natural gas systems.” 2014 at 733; Howarth. 2014 at 5.
- 278 Newell, Richard G. and Daniel Raimi. “Implications of shale gas development for climate change.” *Environmental Science & Technology*. Vol. 48, Iss. 15. August 5, 2014 at 8360; Myhrvold, Nathan and Ken Caldeira. “Greenhouse gases, climate change and the transition from coal to low-carbon electricity.” *Environmental Research Letters*. Vol. 7, Iss. 1. February 2012 at 4 to 5; Wigley, Tom M.L. “Coal to gas: The influence of methane leakage.” *Climatic Change*. Vol. 108, Iss. 3. August 26, 2011 at 606; IEA. “Golden rules for a golden age of gas.” 2012 at 91.
- 279 IEA. “Golden rules for a golden age of gas.” 2012 at 91.
- 280 Hansen et al. 2013 at 1.
- 281 Field et al. 2014 at 11 to 20.
- 282 Roberts (October 27, 2011); Nelder (October 19, 2011).
- 283 U.S. EPA. “Regulatory Impact Analysis for the Proposed Carbon Pollution Guidelines for Existing Power Plants and Emission Standards for Modified and Reconstructed Power Plants.” June 2014 at 3–26 and 3–35.
- 284 Food & Water Watch. November 2012 at 7 to 12; Stockman. 2013 at 4 and 11; Lux Research. [Press release]. “Shale gas drives \$120 billion worth of LNG projects in North America.” May 14, 2014.
- 285 Food & Water Watch calculation based on: U.S. DOE. Office of Fossil Fuels. “Summary of LNG export applications of the lower 48 states.” July 31, 2014; and U.S. EIA. “U.S. dry natural gas production.” Available at www.eia.gov/dnav/ng/hist/n9070us2a.htm. Accessed August 15, 2014.
- 286 U.S. EIA. “Annual Energy Outlook 2014 With Projections to 2040.” DOE/EIA-0383(2014). April 2014 at MT-23.
- 287 Lustgarten, Abrahm and Nicholas Kusnetz. “Science lags as health problems emerge near gas fields.” *ProPublica*. September 16, 2011; Steinzor, Nadia et al. “Investigating links between shale gas development and health impacts through a community survey project in Pennsylvania.” *New Solutions*. Vol. 23, Iss. 1. 2013 at 55 to 83; Steel Valley Printers. “Shalefield Stories; Personal and Collected Testimonies.” January 2014; Pennsylvania Alliance for Clean Air and Water. “List of the harmed.” June 8, 2014.
- 288 Brown et al. 2014 at 1.
- 289 *Ibid.* at 11.
- 290 *Ibid.* at 2 to 3.
- 291 Begos, Kevin. “Expert: Pa. didn’t address fracturing health impacts.” *Associated Press*. July 12, 2014; Colaneri, Katie. “Former state health employees say they were silenced on drilling.” *StateImpact Pennsylvania*. June 19, 2014.
- 292 McKenzie, Lisa M. et al. “Human health risk assessment of air emissions from development of unconventional natural gas resources.” *Science of the Total Environment*. Vol. 424. May 1, 2012 at 79.
- 293 McKenzie, Lisa M. et al. “Birth outcomes and maternal residential proximity to natural gas development in rural Colorado.” *Environmental Health Perspectives*. Vol. 122, No. 4. April 2014 at 412.
- 294 U.S. EPA OIG. February 2013 at 2; Moore et al. 2014 at 8354; Musselman and Korfmacher. 2014 at 383, 384 and 388.
- 295 Goldstein et al. 2014 at 280; Shonkoff et al. 2014 at 788.
- 296 Maryland Institute for Applied Environmental Health. School of Public Health. University of Maryland. “Potential Public Health Impacts of Natural Gas Development and Production in the Marcellus Shale in Western Maryland.” July 2014 at 16 to 18.
- 297 Adgate et al. 2014 at 8314 to 8315; Jacquet, Jeffrey B. “Review of risks to communities from shale energy development.” *Environmental Science & Technology*. Vol. 48, Iss. 15. August 5, 2014 at 8321; Weber, Bret A. et al. “Rural North Dakota’s Oil Boom and Its Impact on Social Services.” *Social Work*. Vol. 59, Iss. 1. January 19, 2014 at 62.
- 298 American Public Health Association (APHA). “The environmental and occupational health impacts of high-volume hydraulic fracturing of unconventional gas reserves.” Policy statement 20125. October 30,

- 2012; APHA. [Press release]. "American Public Health Association adopted 12 new policy statements at 140th Annual Meeting." January 3, 2013.
- 299 Steinzor et al. 2013 at 55 to 83; Steel Valley Printers (January 2014); Pennsylvania Alliance for Clean Air and Water (June 8, 2014); Jacquet. 2014 at 8321 to 8333; Weber et al. 2014 at 62 to 72.
- 300 Barth, Janette. "The economic impacts of shale gas development on state and local economies: Benefits, costs, and uncertainties." *New Solutions*. Vol. 23, Iss. 1. 2013 at 86.
- 301 *Ibid.* at 94 to 95; Gopalakrishnan, Sathya and H. Allen Klaiber. "Is the shale energy boom a bust for nearby residents? Evidence from housing values in Pennsylvania." *American Journal of Agricultural Economics*. Vol. 96, Iss. 1. January 2014 at 43.
- 302 Food & Water Watch. "The Social Costs of Fracking: A Pennsylvania Case Study." September 2013 at 3 to 4 and 7 to 8; Weber et al. 2014 at 64; Maryland Institute for Applied Environmental Health. July 2014 at xix to xx.
- 303 Barth. 2013 at 92 to 93; Vaidyanathan, Gayathri. "Dairy farms on the decline across the Marcellus Shale." *E&E EnergyWire*. March 13, 2012.
- 304 Williamson, Jonathon et al. "Marcellus Natural Gas Development's Effect on Housing in Pennsylvania." Lycoming College, Center for the Study of Community and the Economy. October 31, 2011 at 5 and 17; U.S. Department of Housing and Urban Development. "Tackling the Housing Crisis in Pennsylvania's Boomtowns." April 19, 2012.
- 305 Jacquet. 2014 at 8322.
- 306 Weber et al. 2014 at 68.
- 307 Christopherson, Susan and Ned Rightor. "How shale gas extraction affects drilling localities: Lessons for regional and city policy makers." *International Journal of Town and City Management*. Vol. 2. Iss. 4. March 2012 at 3 to 5; Barth. 2013 at 87 to 89.
- 308 Jacquet. 2014 at 8322.
- 309 Christopherson and Rightor. 2012 at 10; Barth. 2013 at 87.
- 310 Jacquet. 2014 at 8326.
- 311 Barth. 2013 at 92 to 93; Christopherson and Rightor. 2012 at 2; Vaidyanathan (March 13, 2012); Rumbach, Andrew. Prepared for the Southern Tier Central Regional Planning and Development Board (NY). "Natural Gas Drilling in the Marcellus Shale: Potential Impacts on the Tourism Economy of the Southern Tier." July 2011 at 6, 10 and 19.
- 312 Jacquet. 2014 at 8322.
- 313 Warner and Shapiro. 2013 at 474 to 475 and 478 to 480.
- 314 Rabe. 2014 at 8371 and 8374.
- 315 Campanale, Mark and Jeremy Leggett. Carbon Tracker Initiative. "Unburnable Carbon: Are the world's financial markets carrying a carbon bubble?" July 2011 at 2 and 6; IEA. "World Energy Outlook 2012." 2012 at 259; Hansen, James et al. 2013 at 3; Field, Christopher et al. "Technical Summary for Policymakers." In Field, Christopher et al. (2014). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change: Summary for Policymakers*. New York: Cambridge University Press at 14.
- 316 Afsah and Salcito (May 1, 2013); REN21. 2014 at 27 and 69; Biello, David. "Fracking hammers clean energy research." *Scientific American*. March 20, 2014; Arnsdorf, Isaac. "Fracking sucks money from wind while China eclipses U.S." *Bloomberg News*. May 29, 2014.
- 317 See Food & Water Watch, Fracking Action Center, Local Actions Against Fracking; Heller, Gernot. "German Environment Agency calls for rules preventing fracking." *Reuters*. July 30, 2014; Jolly, David. "France upholds ban on hydraulic fracturing." *New York Times*. October 22, 2013.
- 318 Hansen et al. 2013 at 18; Steingraber, Sandra. "A new environmentalism for an unfractured future." *EcoWatch*. June 6, 2014; Princen, Thomas. "The Politics of Urgent Transition: Fossil Fuel Exit and the Localization of Attention." In Wolinsky-Nahmias, Yael. (2014). *Changing Climate Politics: U.S. Policies and Civic Society*. Thousand Oaks, California: CQ Press at 225 to 232; "Hermann Scheer (1944-2010): German lawmaker, leading advocate for solar energy and 'hero for the Green Century' in one of his final interviews." *Transcript. Democracy Now!* October 15, 2010.
- 319 Sierra Club and Oil Change International. 2014 at 2; Nelder, Chris. "Energy policy: Follow the money." *SmartPlanet*. August 8, 2012; Sierra Club. "Clean energy under siege: Following the money trail behind the attack on renewable energy." August 2012 at 1 and 6; Aguilar, John and Megan Quinn. "Colorado Oil and Gas Association gives \$600K to fight fracking bans on Front Range ballots." *Daily Camera* (Boulder, CO). October 16, 2013; Energy Tomorrow, American Petroleum Institute. Sample advertisements available at <http://energytomorrow.org/digital-resources>. Accessed August 23, 2014; America's Natural Gas Alliance. Sample advertisements available at www.anga.us/media-room/advertising. Accessed August 23, 2014; America's Natural Gas Alliance. Sample advertisements available at www.anga.us/why-natural-gas. Accessed August 23, 2014.
- 320 Lopez, Anthony et al. U.S. DOE NETL. "U.S. Renewable Energy Technical Potentials: A GIS-Based Analysis." NREL/TP-6A20-51946. July 2012 at 20; See The Solutions Project. Available at <http://thesolutionsproject.org/>. Accessed August 23, 2014; See PSE Healthy Energy. "Running on Renewables: A review of 80%-100% renewable electricity scenarios." June 2014.

Food & Water Watch



National Office

1616 P Street, NW
Suite 300
Washington, DC 20036
(202) 683-2500

foodandwaterwatch.org