



**IMPACTO AMBIENTAL
DEL SISTEMA DE
FRACTURACIÓN
HIDRAÚLICA
PARA LA EXTRACCION DE
GAS NO CONVENCIONAL**

ENERO DE 2012

INDICE

1. Breve explicación técnica
2. Situación y proyectos del fracking en otros países
3. Situación y proyectos del fracking en España.
4. Impacto en el medio ambiente, en el cambio climático y en la salud humana
 - 4.1 Contaminación del agua subterránea y de superficie.**
 - 4.2 Gestión de residuos**
 - 4.3 Uso excesivo de agua. Presión sobre los suministros locales.**
 - 4.4. Emisiones de gases de efecto invernadero (metano y CO₂)**
 - 4.5 Riesgo químico**
 - 4.6 Otros impactos locales**
5. Balance energético de la técnica y su papel en el futuro mix energético
6. Conclusiones

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS Y ENLACES DE INTERÉS

ANEXO I. Lista de sustancias empleadas en el sistema de fracking en Estados Unidos recogidas por la organización TEDX

ANEXO II Lista de sustancias químicas que se usan en el proceso de fractura hidráulica en Pensilvania

ANEXO III Ley Francesa 835 de 13 de Julio de 2011 sobre Fracturación Hidráulica

1. Breve explicación técnica

El gas natural normalmente está atrapado en bolsas de roca porosa (como una esponja) a mucha presión. Para extraerlo basta con perforar hasta llegar a la bolsa. Cuando la bolsa se pincha el gas fluye hacia arriba por la diferencia de presión. Este gas, es relativamente fácil de extraer, basta con perforar hasta la profundidad de la bolsa, que suele estar a unos pocos cientos de metros bajo tierra.

Los gases no convencionales, se caracterizan por estar en rocas de baja porosidad y baja permeabilidad, lo que hace que estén en mucha menos concentración y se haga más difícil su extracción.

Los gases no convencionales se clasifican en:

- Gases en areniscas de baja permeabilidad (tight gas)
- Gas en esquistos o pizarra (shale gas)
- Metano en capas de carbón (coal bed methane)
- Hidratos de metano (moléculas de metano atrapadas en compuestos helados de agua)

La fractura hidráulica o fracking se utiliza principalmente para la extracción del gas en esquistos o pizarra, aunque también se puede utilizar para la extracción de otro tipo de gas no convencional.

El gas de pizarra se encuentra atrapado en estratos o capas de pizarra a mucha profundidad (desde los 400 a los 5.000 metros). Dado que la pizarra tiene una permeabilidad muy baja, el gas está distribuido en pequeños poros o burbujas, muchas veces microscópicas, no conectadas entre sí, lo que hace necesario romper las capas de pizarra para conseguir reunir el gas y que fluya hacia la superficie para ser recogido.

La compleja y cara técnica que se utiliza para llevar a cabo la extracción del gas de pizarra se conoce con el nombre de fractura hidráulica horizontal o fracking en inglés.

La fractura hidráulica horizontal consiste en hacer una perforación vertical hasta la capa de pizarra. A esta perforación se le pone un tubo de acero, con un recubrimiento de cemento para proteger los acuíferos de los aditivos químicos que posteriormente se utilizan.

Una vez se alcanza la pizarra se realiza una perforación horizontal, a través de la propia capa de pizarra. Esta perforación horizontal tiene, como media, un kilómetro y medio, aunque puede llegar hasta los 3 km.

Una vez se ha realizado la perforación horizontal en la capa de pizarra se utilizan explosivos para provocar pequeñas fracturas. Una vez provocadas estas fracturas se inyectan, por etapas, miles de toneladas de agua a muy alta presión, mezclados con arena y aditivos químicos.

Este agua a presión fractura la roca liberando el gas que luego, junto con el agua, la arena y los aditivos retorna a la superficie (retorna entre un 15 y un 80% del fluido inyectado).

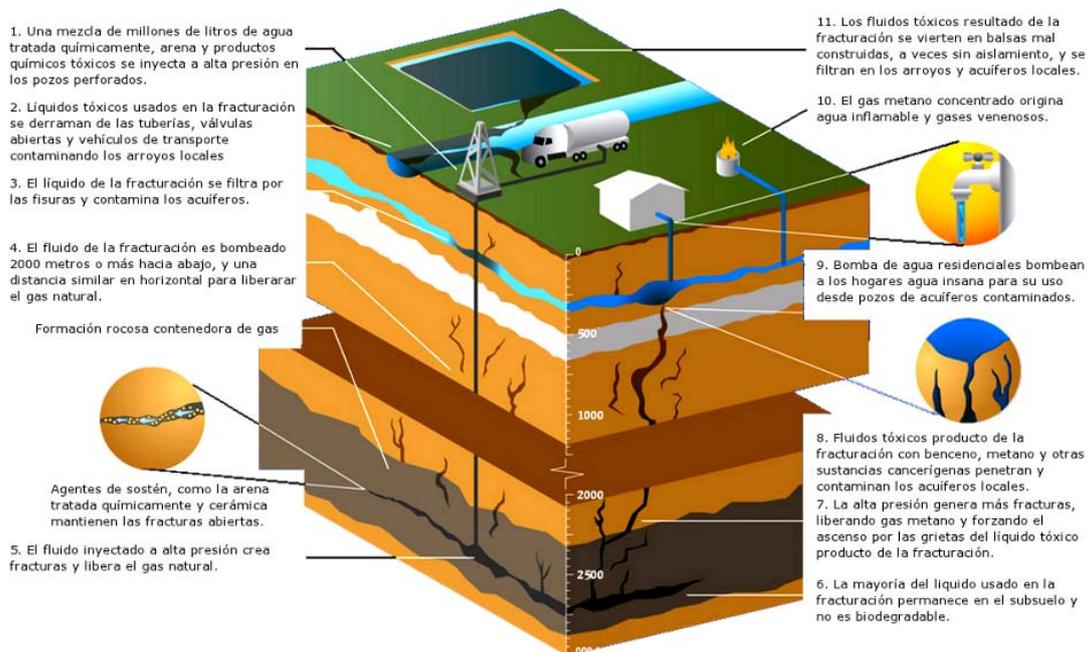
El pozo se fractura a lo largo de entre 8 y 12 etapas, con lo cual el conducto sufre unos cambios de presión muy grandes con el consiguiente peligro de quiebra del revestimiento de cemento.

Entre los aditivos químicos utilizados se encuentran benzenos, xilenos ó cianuros, hasta llegar a unas 500 sustancias químicas, muchas de ellas cancerígenas, mutagénas, y con otras propiedades altamente preocupantes.

El fluido de retorno también trae a la superficie otras sustancias que pueden contener las capas de pizarra. Es muy común que estas rocas contengan sustancias muy peligrosas, tales como metales pesados (mercurio, plomo...), radón, radio o uranio, y otros elementos radiactivos que llegan a la superficie.

Cada plataforma puede acceder únicamente a una pequeña área del yacimiento que se pretende explotar, por lo que es común que se dispongan múltiples plataformas sobre el mismo, y que se requiera una superficie lo suficientemente grande como para permitir el despliegue y almacenaje de los fluidos y el equipo necesario para las operaciones de fractura y las perforaciones horizontales.

¿COMO FUNCIONA LA FRACTURACIÓN HIDRÁULICA?



2. Situación y proyectos de fracking en otros países

El negocio de la fracturación hidráulica, y sus expectativas, son muy grandes. Algunos países tienen grandes esperanzas en este método que promete multiplicar las reservas de gas natural, o como mínimo reducir la factura y la dependencia energética. En la Unión Europea, ya han empezado las primeras pruebas de fractura hidráulica en Reino Unido y Polonia.

La Agencia de la Energía de Estados Unidos distingue dos grupos de países donde la extracción de gas de pizarra es más interesante¹. El primer grupo consiste en los países que tienen una alta dependencia de gas natural de importación, tienen como mínimo alguna infraestructura de producción de gas natural y en los que las estimaciones de recurso de gas natural son significativas respecto a su consumo de gas. El segundo grupo de países son aquellos en los que se estima que las reservas de gas de pizarra son muy grandes y en los que ya existe infraestructura para la producción y exportación de gas natural. España no se encuentra en ninguno de los dos grupos. Ejemplos del primer grupo serían Francia, Polonia, Turquía o Ucrania y del segundo grupo Canadá, México, China, Australia, Libia, Argelia o Brasil

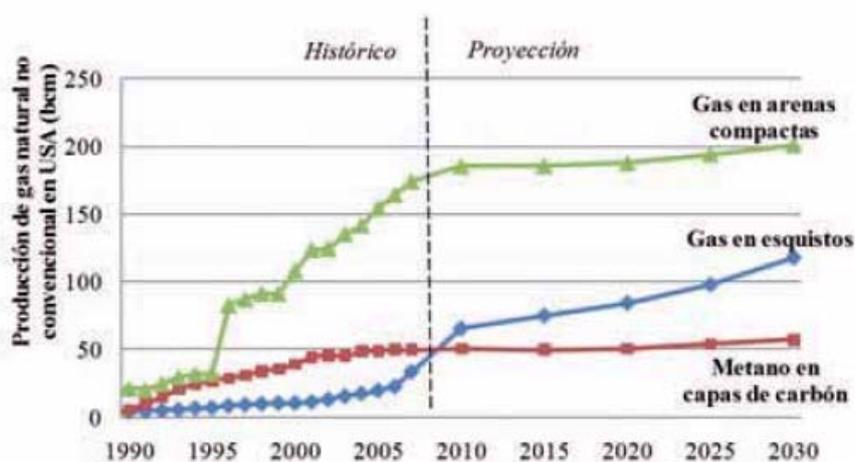
¹ U.S Energy Information Administration "World Shale Gas Resources: An Initial Assessment of 14 Regions Outside the United States" April 2011

EEUU

El único país que hasta el momento está explotando las diferentes fuentes de gas natural no convencional de manera masiva es Estados Unidos, que lo lleva haciendo desde los años noventa.

En Estados Unidos la producción de gas natural de pizarra ya supera el 20% de la producción total de gas natural.

Producción de gas no convencional en EEUU y proyección a 2030



Fuente: US Energy Information Administration

Sin embargo, debido a la veloz expansión de la industria del gas de pizarra, y la creciente preocupación en buena parte de la opinión pública estadounidense, la Agencia de Protección Ambiental (**EPA**) anunció en marzo de 2010 la puesta en marcha de una **investigación** que dé cuenta de los potenciales impactos negativos que la técnica de fractura hidráulica puede tener sobre la calidad del agua y la salud pública. Si bien los resultados iniciales de dichos estudios estarán disponibles hacia finales de 2012, algunos estados -como **Nueva Cork o Nueva Jersey**- ya han puesto en suspenso la instalación de este tipo de explotaciones, aprobando una **moratoria**.

Además debido a la oposición social y a los diferentes escándalos medioambientales (principalmente relativos a la contaminación de acuíferos), en algunas ciudades de Estados Unidos ya se ha **prohibido** la técnica de fractura hidráulica o fracking: en **Buffalo City** (Nueva York) y en **Pittsburg** (Pensilvania).

Otros países

Debido al debate social que se está produciendo en torno a los riesgos para la salud humana y el medio ambiente que conlleva la técnica de la fractura hidráulica, existen moratorias en Sudáfrica y en Québec (Canadá) a la espera de resultados de estudios medioambientales detallados.

En Québec se ha encomendado a un panel de once expertos elaborar un estudio independiente sobre los impactos medioambientales de la técnica. Mientras tanto, la provincia de Québec ha cancelado todos los permisos de exploración, sin compensación a las empresas promotoras².

Europa

Polonia, Bulgaria y Reino Unido son los pioneros en Europa en la extracción del gas de pizarra mediante fractura hidráulica. Otros países europeos están comenzando a investigar la posible existencia de yacimientos de gas de pizarra para su posible uso. Se espera que en los próximos años Polonia se sume a los países con mayor extracción de gas pizarra.

Estimaciones de recursos de petróleo de esquisto en Europa (en Mt)

Country	Resource in place (WEC 2010) [Gb]	Resource in place (WEC 2010) [Mt]
Austria	0.008	1
Bulgaria	0.125	18
Estonia	16.286	2,494
France	7	1,002
Germany	2	286
Hungary	0.056	8
Italy	73	10,446
Luxembourg	0.675	97
Poland	0.048	7
Spain	0.28	40
Sweden	6.114	875
UK	3.5	501
EU	109.1	15,775

Source: [WEC 2010]

²<http://www.financialpost.com/More+study+needed+Quebec+shale+drilling+commission/4405218/story.html>

Ante esta situación y la alarma de diferentes grupos sociales, recientemente la *Comisión de Medio Ambiente, Salud Pública y Seguridad Alimentaria* del Parlamento Europeo solicitó un **estudio sobre el impacto de la extracción del petróleo y gas de pizarra mediante la técnica de fractura hidráulica sobre el medio ambiente y la salud humana**. El estudio ha sido elaborado por el *Instituto Wuppertal para el Clima, el Medio Ambiente y la Energía*³. En este documento se evidencia la falta de normativa que regule esta actividad.

Las **conclusiones** a las que llega el informe son:

“En unos tiempos en que la sostenibilidad es la clave de futuras operaciones, se puede cuestionar si la inyección subterránea de productos químicos tóxicos se debería permitir, o se debería prohibir, ya que tal práctica podría restringir o excluir cualquier uso posterior de la capa contaminada (p. ej. para propósitos geotérmicos), y los efectos a largo plazo no han sido investigados. En un área activa de extracción de gas de pizarra, se inyectan entre 0,1-0,5 litros de productos químicos por metro cuadrado. Esto se ve poco justificado, ya que los yacimientos potenciales de gas de pizarra son demasiado pequeños para tener un impacto sustancial en la situación del suministro del gas europeo. Los privilegios actuales para la exploración y extracción de petróleo y gas deberían ser reevaluados en vista del hecho de que los riesgos y cargas medioambientales no son compensadas por su correspondiente beneficio potencial ya que la producción específica de gas es muy baja.”

Y se hacen las siguientes **recomendaciones**:

- *No hay ninguna directiva europea en materia de minas y tampoco se ha realizado un análisis detallado, exhaustivo y accesible públicamente del marco regulatorio de la extracción del gas de pizarra y del petróleo de rocas duras. Ambos deberían desarrollarse.*
- *El marco regulatorio actual de la UE sobre la fractura hidráulica, que es el elemento central en la extracción de gas de pizarra y petróleo de rocas duras, tiene varias lagunas. Además el umbral por el que se deben someter las actividades de fractura hidráulica en extracción de hidrocarburos a evaluación de impacto ambiental es más permisivo que en cualquier actividad industrial de este tipo, y por tanto, se debería disminuir sustancialmente.*
- *Se debería reevaluar con especial atención el alcance de la Directiva Marco del Agua en relación a las actividades de fractura y sus posibles impactos en el agua de superficie.*
- *Los Análisis de Ciclo de Vida (ACV) podrían resultar una buena herramienta para evaluar los beneficios globales para la sociedad y sus ciudadanos, proporcionado minuciosos análisis de costes/beneficios. Se deberían*

³ European Parliament “Impacts of shale gas and shale oil extraction on the environment and on human health” 2011

desarrollar de forma armonizada en toda la UE27 por autoridades responsables y se deberían poner a disposición del público para debatirlas con la ciudadanía.

- Se debería evaluar la prohibición general del uso de productos químicos tóxicos en este tipo de técnicas. Por lo menos, se deberían conocer públicamente todos los productos químicos utilizados, restringir el número de productos químicos permitidos y monitorizar su uso. Se deberían recopilar las estadísticas sobre las cantidades inyectadas y el número de proyectos llevados a cabo a nivel europeo.*
- Se deberían fortalecer las autoridades regionales para la toma de decisiones sobre proyectos que impliquen la fractura hidráulica. La participación pública y las evaluaciones de ACV deberían ser obligatorias para tomar estas decisiones.*
- Donde los permisos de proyectos estén concedidos, la monitorización de los cursos de agua superficial y las emisiones a la atmósfera deberían ser obligatorios.*
- Se deberían recoger las estadísticas de las quejas y accidentes ocurridos a nivel europeo. Donde los proyectos estén permitidos, una autoridad independiente debería recoger y examinar las quejas presentadas.*
- Dada la compleja naturaleza de los posibles impactos y riesgos para el medio ambiente y la salud humana de la fractura hidráulica, debería dársele consideración a desarrollar una nueva directiva a nivel europeo que regule todas las cuestiones sobre esta área de una manera exhaustiva.*

Francia

En junio de 2011 la Asamblea Nacional francesa decidió, mediante la ley 835 de 2011, la **prohibición** de la exploración y explotación de yacimientos de hidrocarburos líquidos o gaseosos mediante la técnica de fractura hidráulica.

En concreto se prohíbe en todo el territorio francés la utilización de la técnica de la fractura hidráulica de la roca para cualquier hidrocarburo así como la anulación de los permisos ya concedidos, basándose en el principio de precaución. La prohibición se basa en los riesgos que esta técnica conlleva para la salud humana y el medio ambiente, no por los riesgos asociados al posterior uso del combustible.

Los principales problemas que se alegan para prohibir la técnica de la fractura hidráulica son: la elevada cantidad de agua que requiere el proceso, la contaminación de acuíferos subterráneos, y la presencia de químicos en el fluido de fractura con riesgos sobre la salud reconocidos.

La ley francesa 835/2011 establece también la creación de una Comisión Nacional de orientación, seguimiento y evaluación de las técnicas de exploración y explotación de hidrocarburos líquidos y gaseosos, que tiene por objeto evaluar los riesgos medioambientales de la técnica del fracking o de las técnicas alternativas. Esta Comisión, compuesta por representantes institucionales y por colectivos territoriales, asociaciones y por trabajadores y

empresarios, emitirá un dictamen público sobre las condiciones de puesta en marcha de experimentaciones realizadas con el fin de investigación científica bajo control público.

3. Situación y proyectos de fracking en España.

Hasta el momento se han concedido varios permisos de investigación en el territorio español, para la extracción de gas de pizarra mediante fractura hidráulica. Varias fuentes de información apuntan a la concesión de permisos en las provincias de Burgos, Cantabria, Asturias, Vizcaya, Guipuzcoa, Álava, La Rioja, Navarra, y posiblemente en Huesca y Cádiz (no se especifica en estos dos últimos casos si en la extracción se utilizará la técnica de fractura hidráulica). Las promotoras son fundamentalmente compañías extranjeras como Schuepbach (de Tejas), Trofagas (filial de la californiana BNK) y Leni Oil and Gas (de Gran Bretaña).

Estas actividades están sometidas a la ley 34/1997 de Hidrocarburos, además de a la normativa medioambiental y urbanística. Según dicha ley las actividades relacionadas con la extracción de gas natural necesitan:

- **autorizaciones de exploración** en áreas libres que no impliquen perforaciones profundas, que conllevan la presentación a la administración de un programa de exploración.
- **permisos de investigación** por períodos de 6 años en áreas exclusivas que exigen un programa específico de investigación que incluye los trabajos, las inversiones y las medidas de protección medioambiental y de restauración. La investigación supone la realización de perforaciones en el subsuelo con estimulación por fractura hidráulica y test de producción de los respectivos pozos para evaluar su potencial producción comercial. Se trata, por tanto, no sólo de actividades de perforación para evaluar propiedades geológicas, sino de trabajos experimentales de extracción de gas mediante el uso de la técnica del fracking. Cada perforación prevista necesita un permiso especial y ha de constituirse un seguro de responsabilidad civil para responder de posibles daños.
- **concesiones de explotación** que deben incluir un plan general de explotación y de desmantelamiento que comprenda también un estudio de impacto ambiental.

Como decíamos antes, además de a la legislación energética, estas actividades de extracción están sometidas a la normativa medioambiental y urbanística. En ese sentido necesitan evaluación de impacto ambiental y licencia urbanística y de actividad. No obstante todo este conjunto legislativo

resulta insuficiente ya que, al ser una técnica nueva, no considera todas las particularidades de sus impactos.

Diferentes organizaciones ecologistas y sociales han presentado recursos contra el otorgamiento de permisos de investigación de hidrocarburos en Cantabria a empresas que quieren utilizar el sistema de fractura hidráulica. En algunos ayuntamientos, como es el caso de Ruate, en Cantabria, se han aprobado mociones municipales sobre los permisos de investigación en los que se solicita al Gobierno de Cantabria que revoque los mismos.

4. Impacto en el medio ambiente, en el cambio climático y en la salud humana

4.1 Contaminación del agua subterránea y de superficie.

La contaminación de acuíferos es uno de los riesgos más importantes de la técnica de ruptura hidráulica. En Estados Unidos se han producido varios casos de contaminación y es el motivo de su prohibición en varias ciudades.

En Reino Unido, el **Tyndall Centre**⁴ de la Universidad de Manchester ha realizado en enero de 2011 un **estudio sobre el impacto de la extracción de gas de pizarra**; uno de los más completos de los que se dispone actualmente. El informe señala respecto a la contaminación de acuíferos que:

“Existen evidencias a partir de la experiencia de EEUU que sugieren que la extracción de gas de pizarra comporta un riesgo significativo para la contaminación del agua subterránea y de superficie y, hasta que la base de estas evidencias se desarrolle, la única acción responsable es prevenir su desarrollo en Reino Unido y en Europa.

La profundidad de la extracción de gas de pizarra es un factor importante en la identificación de las vías de contaminación del agua subterránea por los químicos utilizados en el proceso de extracción. Los análisis de estas sustancias muestran que muchas tienen propiedades tóxicas, cancerígenas o peligrosas.

Existe un considerable número de casos en EEUU en los que se habría podido producir contaminación de aguas subterráneas y de superficie en

⁴ Tyndall Centre para la investigación del cambio climático es una organización de Reino Unido formada por las Universidades de Oxford, Cambridge, Newcastle, Manchester, Sussex, East Anglia y Southampton.

diferentes situaciones. Esto ha llevado a la Agencia de Protección Ambiental de EEUU a lanzar un programa de investigación para mejorar el conocimiento de este riesgo (los primeros resultados serán publicados a finales de 2012).

También se han tomado acciones a nivel de estados: por ejemplo, el 11 de diciembre de 2010, el Gobernador del estado de Nueva York dictó una Orden Ejecutiva requiriendo una revisión y análisis más exhaustivos del uso masivo de fractura hidráulica en el yacimiento Marcellus y la paralización de la explotación al menos hasta el 1 de julio de 2011. El análisis realizado en este informe –informe Tyndall- demuestra claramente que los riesgos asociados con el impacto acumulativo de los pozos necesarios para proporcionar cualquier contribución significativa a las necesidades energéticas del Reino Unido no pueden ser descartados, a pesar de lo bajo que pudiera llegar a ser a nivel de un pozo individual.

Dada la necesidad de los Estados miembro de la Unión Europea de aplicar el principio de precaución, se debería retrasar la explotación de gas de pizarra al menos hasta que la Agencia de Protección Ambiental de EEUU publique sus resultados y, dependiendo de los mismos, quizás durante más tiempo”.

Respecto a la contaminación en superficie, las principales amenazas en estos procesos implican:

- Derrames, desbordes o filtraciones debidas a: capacidad de almacenaje limitada / errores humanos / ingreso de agua de lluvia o inundaciones / construcción defectuosa de los pozos.
- Derrame de los fluidos de fractura concentrados durante su transporte y mezcla con agua, debido a: fallas en las tuberías / errores humanos.
- Derrame de fluidos de fractura una vez concluida la misma, durante el transporte para su almacenamiento, debido a: falla en las cañerías / capacidad de almacenaje insuficiente / errores humanos.
- Pérdida de fluido ya almacenado, debido a: ruptura de los tanques / sobrecarga debido a errores humanos o a una limitada capacidad de almacenamiento / ingreso de agua por tormentas o inundaciones / construcción inapropiada de los recubrimientos.
- Derrame de fluidos que regresan a la superficie durante el transporte desde su lugar de almacenamiento hasta camiones cisterna para su transporte, debido a: fallas en la cañería / errores humanos.

El informe del Tyndall Centre sostiene que “dado que el desarrollo del gas de esquisto requiere la construcción de múltiples pozos/plataformas de pozos, se incrementa considerablemente la probabilidad de un evento adverso que ocasione contaminación. Así, la probabilidad de incidentes de

contaminación asociados a un mayor desarrollo [de gas no convencional] se incrementa de 'posible', a nivel de una plataforma de pozos, a 'probable', al incrementarse la cantidad de pozos y plataformas”.

4.2 Gestión de residuos

La técnica de la fractura hidráulica para la extracción de gas genera un importante volumen de residuos, entre los que destacamos los residuos de perforación:

- Un único pozo, perforando verticalmente hasta 2 km y horizontalmente hasta 1,2 km remueve alrededor de 140m³ de tierra, por lo que una plataforma promedio remueve alrededor de 830m³, casi diez veces más que un pozo convencional perforado a 2 km de profundidad.⁵

Por otro lado esta tecnología utiliza importantes cantidades de agua mezcladas con productos químicos tóxicos, que habrá que gestionar posteriormente como residuos peligrosos.

El mencionado informe del Tyndall Centre for Climate Change Research⁶ aporta en este sentido algunos datos preocupantes:

- El proceso de perforación de un solo pozo utiliza importantes cantidades de agua y arena mezcladas con un 2% de aditivos químicos en una cantidad de entre 180 y 580 m³. La Agencia de Protección ambiental de Estados Unidos estima que entre el 15 y el 80% de este volumen de agua inyectada, mezclada con los aditivos químicos, se recuperará en forma “flujo de retorno”.

Si consideramos una perforación estándar de seis pozos individuales, y considerando sólo la primera fracturación, se estima el uso de entre 1.000 y 3.500 m³ de aditivos químicos.

Debido a que en las explotaciones se utilizan varias fracturaciones consecutivas, se podría esperar entre 1.300 y 23.000 m³ de desechos líquidos, incluyendo los fluidos utilizados en la perforación y los que migren desde las profundidades, que deberemos almacenar y gestionar adecuadamente.

- A pesar de la poca información suministrada por las empresas operadoras, numerosas sustancias utilizadas como aditivos, han sido clasificadas por organismos de control europeos como de “atención inmediata” debido a sus efectos potenciales sobre la salud y el medioambiente. En particular, 17 han sido clasificadas como tóxicas para organismos acuáticos, 38 son tóxicos

⁵ *Shale gas: hacia la conquista de la nueva frontera extractiva 01/07/2011 in Panoramas*

⁶ *Shale gas: a provisional assessment of climate change and environmental impacts.* Tyndall Centre for Climate Change Research

agudos, 8 son cancerígenos probados y otras 6 son sospechosas de serlo, 7 son elementos mutagénicos y 5 producen efectos sobre la reproducción.

- En los análisis realizados a los “flujos de retorno” se suele encontrar elevadas concentraciones de metales pesados, radioactividad y materiales radiactivos de origen natural.

4.3 Uso excesivo de agua. Presión sobre los suministros locales.

La fractura hidráulica requiere grandes cantidades de agua, primero para enfriar, lubricar y extraer la tierra durante la perforación y después sobre todo en la inyección de agua presurizada, junto con los productos químicos, para la creación de las fracturas.

En un único pozo se consumen entre 9.000 y 29.000 m³ de agua, así en un campo típico en el que, por ejemplo, se perforan 6 pozos para extraer todo el gas del yacimiento, se utilizan entre 54.000 y 174.000 m³.

Este consumo supondría un incremento muy importante respecto al consumo de agua industrial en España si, por ejemplo, se quisiera cubrir un 10% del consumo de gas natural mediante esta técnica.

4.4. Emisiones de gases de efecto invernadero (metano y CO₂)

La extracción de gas natural no convencional se ha presentado a nivel mundial como una solución para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero. Según esta tesis, la reducción ocurre gracias a que la combustión de gas natural emite menor cantidad de CO₂ para la producción de energía.

Sin embargo, un informe del pasado abril de la Universidad de Cornell (Ithaca, EEUU)⁷, denuncia que la explotación del gas de pizarra puede emitir incluso más gases de efecto invernadero que la del carbón. El gas natural está compuesto principalmente de metano, y según este informe entre un 3,6 y un 7,9% del metano de la producción de gas de pizarra se escapa a la atmósfera durante la vida útil de un pozo.

El metano es un gas de efecto invernadero con un potencial de calentamiento 21 veces mayor que el CO₂. Según el citado informe, comparado con el carbón, la huella de carbono del gas de pizarra es como mínimo un 20% mayor. Está claro que las fugas de emisiones de metano tienen un impacto muy importante en el balance total de emisiones de gases de efecto invernadero.

El informe, ya nombrado, del Parlamento Europeo estima que la extracción y procesamiento del gas natural no convencional tiene unas

⁷ Robert W. Howarth, Renee Santero, Anthony Ingraffea, “Methane and the greenhouse-gas footprint of natural gas from shale formations”. Springer. Marzo de 2011.

emisiones indirectas de gases de efecto invernadero de entre 18 y 23 g de CO₂ equivalente. Esto supondría unas emisiones similares o algo menores que las asociadas al uso de carbón.

4.5 Riesgo químico

Uno de los principales riesgos que conlleva la extracción de hidrocarburos mediante fractura hidráulica es el uso de sustancias químicas tóxicas y peligrosas. Obtener información sobre las sustancias químicas utilizadas es muy complicado.

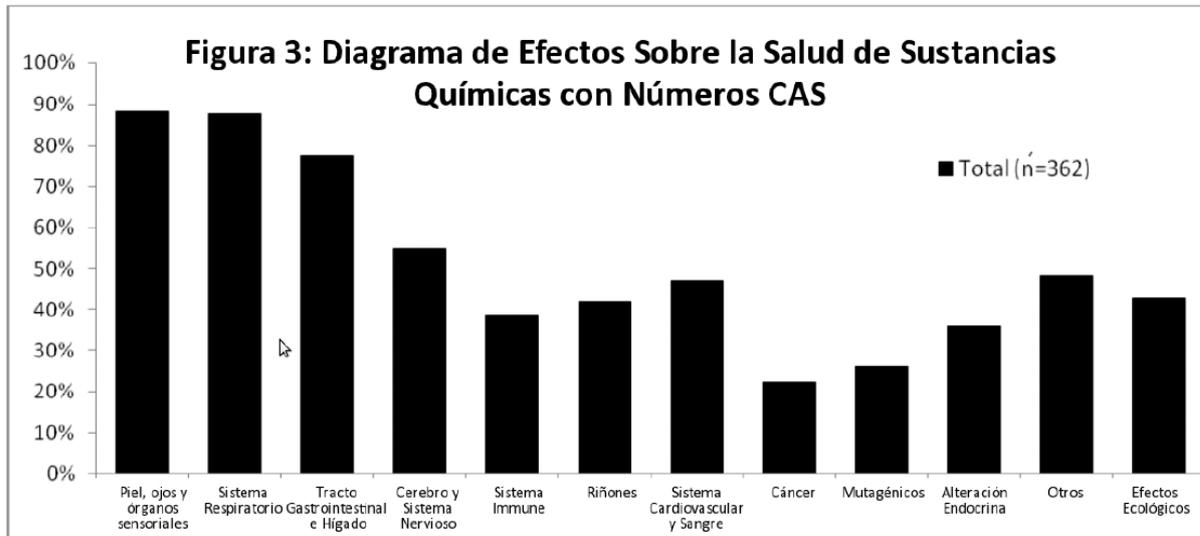
En Estados Unidos, el país con más experiencia en esta técnica, la información sobre las sustancias está protegida debido a intereses comerciales. Se sabe que hay al menos 600 sustancias químicas presentes y que algunas de ellas son reconocidas como cancerígenas, mutágenas, y disruptoras endocrinas (alteradoras del sistema hormonal). Por ejemplo se utiliza, benceno, tolueno, etilbenceno o xileno, sustancias identificadas como muy peligrosas para la salud y el medio ambiente con los efectos anteriormente enumerados. Durante años diferentes organizaciones en EEUU han exigido la divulgación completa de las mezclas y sustancias químicas que se emplean en la perforación y fracturación hidráulica, ya que su no identificación es uno de los principales problemas para realizar la evaluación de riesgos de esta técnica e incluso para aplicar tratamientos médicos en caso de accidentes.

La organización TEDX (Diálogos sobre la Disrupción Endocrina) de Estados Unidos lleva varios años recogiendo información sobre los productos tóxicos utilizados, y ha realizado un análisis de los datos detallando los posibles efectos sobre la salud humana y el medio ambiente. Los resultados del análisis se resumen en el documento “Operaciones de Gas Natural desde una Perspectiva de Salud Pública” que se publicarán en la revista *Internacional Journal of Human and Ecological Risk Assessment*⁸.

El análisis se basa en 362 sustancias claramente identificadas (mediante el número CAS de identificación de sustancias químicas). Los efectos sobre la salud que se han encontrado para las mismas se han clasificado en categorías. En la siguiente tabla se muestra el porcentaje de estas sustancias que están asociadas con efectos en cada una de las categorías (muchas sustancias químicas tienen efectos sobre la salud en más de una categoría).

⁸ Theo Colborn, Carol Kwiatkowski, Kim Schultz, Mary Bachran “Natural Gas Operations from a Public Health Perspective” TEDX, Septiembre 2010.

<http://www.endocrinedisruption.org/chemicals.multistate.php>



Fuente: TEDX

Es destacable que más del 25% de las sustancias pueden causar cáncer y mutaciones, el 37% pueden afectar al sistema endocrino, más del 50% causan daños en el sistema nervioso y casi el 40% provocan alergias (sensibilizantes).

Estas sustancias tóxicas se liberan al aire o al agua (tanto de acuíferos como de superficie) y además de los efectos sobre la salud tienen efectos sobre el medio ambiente. Más del 40% de las sustancias tienen efectos ecológicos, que dañan a la vida acuática y otra fauna.

Los efectos sobre la salud son causados principalmente por el impacto de las emisiones al aire y al agua. Muchos de ellos son efectos a largo plazo de compuestos orgánicos volátiles.

En EEUU cada vez es más habitual la inyección subterránea de los residuos generados, por lo que el riesgo tóxico se ve multiplicado.

Este nuevo auge en la exploración y explotación de gas podría dar lugar a grandes cantidades de contaminación del agua con sustancias químicas tóxicas. Es de especial preocupación el riesgo para los acuíferos subterráneos de los que dependen el agua potable y el uso agrícola.

En el Anexo I se muestran las sustancias químicas que aparecen en mayor número de productos (de los evaluados por TEDX), junto con el número de efectos sobre la salud de cada sustancia química.

Por otro lado, las asociaciones y ONG que trabajan en el área de riesgo químico en Europa, denuncian que sólo 10 de las 600 sustancias químicas que se utilizan en el proceso de la fractura hidráulica están registradas en el Reglamento Europeo de REACH para este uso, por lo que el resto de sustancias se estarían empleando de forma ilegal.

4.6 Otros impactos locales

Según la experiencia en Estados Unidos un campo medio de pozos multietapa ocupan entre 16 y 20 hectáreas durante la perforación y la fractura. Después, durante la extracción, se utilizan entre 4 y 12 hectáreas. La ocupación de territorio puede ser un problema importante en el caso de yacimientos situados en las proximidades de núcleos poblados o en zonas donde pueda afectar a otras actividades productivas o incluso al paisaje, especialmente en áreas turísticas.

La actividad que produce mayor impacto acústico es la perforación de pozos ya que requiere 24 horas al día. El operador de Reino Unido “*Composite Energy*” estima que es necesario 60 días de perforación durante 24 horas en cada pozo⁹. Un campo completo requerirá entre 8 y 12 meses de perforación día y noche. Se produce en menor medida ruido en actividades de superficie durante unos 500-1.500 días por pozo.

Después de la extracción el gas debe ser transportado. Debido al bajo ritmo de extracción, los gaseoductos no suelen ser rentables sino que el gas se va almacenando y se transporta en camiones. Puede ser necesaria la construcción de más carreteras y las ya existentes ven incrementado de forma importante el volumen de tráfico, con las molestias, ruidos e impactos ambientales que ocasionan.

5. Balance energético de la técnica y su papel en el futuro mix energético

La Tasa de Retorno Energético (TRE) es la relación entre la energía que se obtiene de un proceso respecto a la que se introduce en el mismo. En el caso de la extracción de gas natural de pizarra mediante fractura hidráulica sería la relación entre la energía que se obtiene del combustible (mediante su combustión) y la que se utiliza para su extracción y procesamiento. Si la TRE es menor que 1, significa que se obtiene menos energía que la que se invierte.

La TRE del gas natural de pizarra es muy baja ya que la perforación a grandes profundidades y la inyección de agua a presión requieren mucha energía, mientras que el gas que se obtiene es escaso.

Se estima¹⁰ que el gas natural de pizarra tiene una Tasa de Retorno Energética de entre 2 y 5, mientras que el petróleo convencional tendría aproximadamente una tasa de 15, la energía eólica 18, la energía solar fotovoltaica 7, etc. Es decir, tiene unas de las TRE más bajas de las tecnologías energéticas utilizadas.

⁹ *Shale gas: a provisional assessment of climate change and environmental impacts*. Tyndall Centre for Climate Change Research

¹⁰ Recent Applications of Energy Return On Investment , ASPO –2009, Denver, Colorado, David J. Murphy, SUNY-ESF, netenergy.theoil drum.com, Oct. 11, 2009,

Los defensores de la obtención de gas natural no convencional lo definen como un combustible de transición hacia una economía baja en carbono. No existen evidencias de que esto vaya a ser así.

El ya citado informe del Parlamento Europeo indica:

“El potencial de la disponibilidad de gas no convencional debe ser visto en el contexto de la producción de gas convencional:

- *La producción europea de gas ha experimentado un pronunciado declive durante muchos años y se espera que disminuya en un 30% o más hasta 2035;*
- *Se espera que la demanda europea siga creciendo hasta 2035;*
- *Las importaciones de gas natural aumentarán inevitablemente si estas tendencias se hacen realidad;*
- *No está garantizado, en ningún caso, que las importaciones adicionales requeridas del orden de 100 billones de m³ al año o más puedan hacerse realidad.*

Los recursos de gas no convencional en Europa son demasiado pequeños para tener una influencia sustancial en estas tendencias.” La Agencia Internacional de la Energía, afirma en su informe “World Energy Outlook 2011” que la producción de gas incluyendo gas convencional y no convencional, disminuirá en Europa a un ritmo del 1,4% anual.

No parece que el gas de pizarra sea actualmente, o pueda ser en un futuro, un sustituto significativo del carbón. Al contrario, las proyecciones sugieren que continuará siendo usado junto al carbón para satisfacer la creciente demanda energética. Si las emisiones de carbono deben reducirse en línea con el compromiso de 2°C del Acuerdo de Copenhague, se requiere una urgente descarbonización del suministro eléctrico. Esta necesidad de rápida descarbonización cuestiona cualquier papel que el gas de pizarra pudiera jugar como combustible de transición cuando todavía tiene que ser explotado comercialmente fuera de EEUU. Polonia, el país europeo con más esperanzas puestas en este tipo de gas, espera poder explotarlo de manera comercial a partir de 2014. Además, es importante remarcar que el gas de pizarra solamente sería una fuente de combustible baja en carbono si se combina con tecnologías de captura y almacenamiento de carbono, todavía no probadas.

6. Conclusiones

- El sistema de extracción de gas no convencional mediante fractura hidráulica es un método cualitativamente distinto al que se emplea para extraer gas natural convencional e implica impactos ambientales muy elevados. Estos impactos resultan especialmente inasumibles en zonas donde la población y las actividades productivas, especialmente agrícolas y ganaderas, dependen de sus recursos hídricos.

- El balance energético es muy bajo y la emisión de gases de invernadero muy elevada, no sólo porque se trata de un combustible fósil, sino porque su extracción implica elevados escapes de metano.
- La legislación europea y nacional actualmente aplicable a esta técnica es insuficiente en materia de aguas, definición de mejores técnicas disponibles, uso de sustancias químicas y umbrales de evaluación de impacto ambiental, referidos tanto a las concesiones de explotación como a los permisos de investigación, que también implican la utilización de la técnica de la fracturación en las perforaciones. Hay que tener en cuenta, además, que la actual normativa de hidrocarburos sólo establece, de manera similar a la del sector eléctrico, la planificación obligatoria respecto de las redes de transporte y de almacenamiento de gas natural, pero no respecto de los aspectos de investigación y explotación que están en manos de la iniciativa empresarial. No es legalmente exigible, por tanto, una evaluación ambiental de planes y programas ya que no existe planificación sectorial. Un sistema de planificación energética obligatoria, como el que existía antes de 1997, conllevaría una evaluación ambiental global del conjunto de prospecciones previstas.
- Ante la opacidad que se está empezando a producir respecto de las actividades de exploración e investigación de yacimientos en España hay que exigir total transparencia a la administración y a las empresas en la aportación de datos respecto de todos los elementos del proceso y especialmente sobre el uso de las sustancias químicas que se emplean en él. La normativa vigente ampara que toda esa información debe ser pública y debe estar disponible para los ciudadanos. Si no fuera así no podría realizarse una adecuada y completa evaluación de su impacto sobre el medio ambiente. En ese sentido no cabe alegar cláusulas de confidencialidad respecto de las sustancias o de las mezclas de sustancias que se empleen en las perforaciones.
- Sin un tope significativo de las emisiones globales de gases de efecto invernadero, la explotación de gas de pizarra probablemente incrementará las emisiones netas de carbono. La vía más efectiva para conseguir la reducción necesaria de estas emisiones es invertir en energías renovables, y esto se puede retrasar por la extracción de gas pizarra. Para la extracción se requieren grandes inversiones que pueden restar fondos para las energías renovables y en definitiva ralentizar la transición hacia un mix energético libre de carbono.
- Por las razones anteriormente expuestas, en base al principio de precaución, y teniendo en cuenta la situación y experiencia en otros países, debería plantearse en España la prohibición de la investigación y explotación del sistema de fracturación hidráulica para la extracción de gas no convencional.
- En cualquier caso debería crearse una comisión con la participación de todos los organismos, instituciones y entidades sociales representativas para realizar una evaluación ambiental que considerara los efectos globales de las técnicas de la fracturación hidráulica para la explotación de gas no convencional.

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS Y ENLACES DE INTERÉS

- Alejandro Alonso Suárez, Marta Mingo González de Comisión Nacional de la Energía (CNE) *“La expansión de la producción de gas de yacimientos no convencionales (esquistos, capas de carbón y arenas compactas)”* Cuadernos de Energía nº28. Junio de 2010.
- Ruth Word, Paul Gilbert, Maria Sharmina, Kevin Anderson. Tyndall Centre Manchester, University of Manchester, *“Shale gas: a provisional assessment of climate change and environmental impacts”* 2011.
- U.S Energy Information Administration *“World Shale Gas Resources: An Initial Assessment of 14 Regions Outside the United States”* April 2011
- World Energy Council *“Encuesta de Recursos Energéticos: Focalizados en Shale Gas”* 2010
- European Parliament *“Impacts of shale gas and shale oil extraction on the environment and on human health”* 2011
- Shale gas: hacia la conquista de la nueva frontera extractiva 01/07/2011 in Panoramas
- Robert W. Howarth, Renee Santero, Anthony Ingraffea, *“Methane and the greenhouse-gas footprint of natural gas from shale formations”*. Springer. Marzo de 2011.
- Theo Colborn, Carol Kwiatkowski, Kim Schultz, Mary Bachran *“Natural Gas Operations from a Public Health Perspective”* TEDX, Septiembre 2010.
- Stephen G. Osborn, Avner Vengosh, Nathaniel R. Warner, Robert B. Jackson *“Methane contamination of drinking water accompanying gas-well drilling and hydraulic fracturing”* 2011
- Senate Standing Committee on Rural Affairs & Transport of Australia *“Management of the Murray Darling Basin. Interim report: the impact of mining coal seam gas on the management of the Murray Darling Basin”*, noviembre 2011.
- The Secretary of Energy Advisory Board (SEAB) Natural Gas Subcommittee of USA. *Ninety-Day Report*, agosto, 2011.

ANEXO I. Lista de sustancias empleadas en el sistema de fracking en Estados Unidos recogidas por la organización TEDX

Sustancia química	Número CAS	Número de Productos	Número de Efectos sobre la Salud
Silicio Cristalino; Cuarzo	14808-60-7	124	7
Metanol	67-56-1	76	11
Isopropanol (Propano-2-ol)	67-63-0	50	10
Destilado Ligero de Petróleo Hidrotratado	64742-47-8	24	6
(2-BE) Etilenglicol Monobutil Éter	111-76-2	23	11
Bentonita	1302-78-9	20	6
Diesel 2	68476-34-6	20	10
Naftaleno	91-20-3	19	12
Etilenglicol	107-21-1	18	10
Óxido de Aluminio	1344-28-1	17	3
Hidróxido Sódico	1310-73-2	17	5
Barita (BaSO ₄)	7727-43-7	15	5
Nafta Aromática Pesada de Petróleo (disolvente aromático)	64742-94-5	15	5
Cloruro Sódico	7647-14-5	15	9
Silicio Cristalino, Cristobalita	14464-46-1	14	5
Mica	12001-26-2	14	3
Silicio Cristalino, Tridimita	15468-32-3	13	3
Ácido Clorhídrico	7647-01-0	13	7
Xileno (Dimetilbenzeno)	1330-20-7	12	10
Glutaraldehído	111-30-8	11	11
Goma Guar	9000-30-0	10	3
Óxido de Hierro (Fe ₂ O ₃ , Trióxido de Dihierro)	1309-37-1	10	4
Cloruro Potásico	7447-40-7	10	8
Goma Xantana	1310-58-3	10	7
Fuel Oil #2	68476-30-2	9	11
Nafta Pesada de Petróleo Hidrotratada	64742-48-9	9	8
Caliza (Carbonato Cálcico)	1317-65-3	9	3

Carboximetilcelulosa de Sodio (Celulosa Polianiónica)	9004-32-4	9	5
Butanol (N-butilalcohol, Butano-1-ol, 1-Butanol)	71-36-3	8	8
Hidróxido Cálcico	1305-62-0	8	8
Silicio Cristalino (Dióxido de Silicio)	7631-86-9	8	4
Etanol (Alcohol Acetilénico)	64-17-5	8	12
Ácido Fórmico	64-18-6	8	11
Grafito	7782-42-5	8	4
2-Etilhexanol	104-76-7	7	11
Ácido Acético	64-19-7	7	9
Bisulfato Amónico	10192-30-0	7	6
Asfaltita (Gilsonita, Hidrocarburo Negro Sólido)	12002-43-6	7	4
Cloruro Cálcico	10043-52-4	7	8
Etilbenzeno	100-41-4	7	11
Nonil Fenol Etoxilado	9016-45-9	7	6
Nafta Destilado de Petróleo	8002-05-9	7	12
Poliacrilamida/Policrilat o copolímero (Copolímero de acrilamida & Acrilato de Sodio, Poliactilamida parcialmente hidrolizada)	25085-02-3	7	3
Alcohol propargil (Prop-2-in-1-ol)	107-19-7	7	9
Cloruro Tetrametilamónico	75-57-0	7	8

ANEXO II Lista de sustancias químicas que se usan en el proceso de fractura hidráulica en Pensilvania

Chemicals Used in the Hydraulic Fracturing Process in Pennsylvania Prepared by the Department of Environmental Protection Bureau of Oil and Gas Management Compiled from Material Safety Data Sheets (MSDS) obtained from Industry	
Chemical	Product Name
2,2-Dibromo-3-Nitrilopropionamide	Bio Clear 1000/Bio Clear 2000/ Bio-Clear 200/ BioRid20L/ EC6116A
2-methyl-4-isothiazolin-3-one	X-Cide 207
5-chloro-2-methyl-4-isothiazolin-3-one	X-Cide 207
Acetic Acid	Fe-1A Acidizing Composition/ Packer Inhibitor
Acetic Anhydride	Fe-1A Acidizing Composition
Acetylene	GT&S Inc./ Airco
Alcohol Ethoxylated C12-16	NE-200
Alkyl benzene sulfonic acid	Tetrolite AW0007/ FR-46
Ammonia (aqueous)	FAW-5
Ammonium Bifluoride	ABF 37%
Ammonium Persulfate	AP Break
Ammonium Bisulfite	Techni-Hib 604/ Fe OXCLEAR/ Packer Inhibitor
Ammonium chloride	Salt Inhibitor
Ammonium Salt (alkylpolyether sulfate)	Tetrolite AW0007
Amorphous silica	TerraProp Plus/ Bituminous Coal Fly Ash ASTM C618
Benzoic Acid	Benzoic Acid
Boric Acid	BC-140/ Unilink 8.5
Boric Oxide	XLW-32
Calcium Chloride	Dowflake
Calcium Oxide	Bituminous Coal Fly Ash ASTM C618
carboxymethylhydroxypropyl guar blend	Unigel CMPHG
Choline Chloride	Clay Treat-2C
Cinnamaldehyde	ENVIROHIB 2001
Citric Acid	Ferrotrol 300L/ IC-100L
Complex polyamine salt	Clay Master-5C
Crystalline Silica: Cristobalite	
Crystalline Silica: Quartz	Silica Sand/ / Atlas PRC/ Best Sand/ Bituminous Coal Fly Ash ASTM C618
Cupric chloride dihydrate	Ferrotrol 280L
Cured resin	LiteProp 125
Cyclohexanes	CS-2
Dazomet	ICI-3240
Diethylene Glycol	Scaletrol 720/ Scaletrol 7208
d-Limonene	MA-844W

Enzyme	GBL-8X
EO-C7-9-iso-, C8 rich-alcohols	NE-940/ NE-90
EO-C9-11-iso-, C10-rich alcohols	NE-940/ NE-90
Ethoxylated Alcohol	FRW-14/ SAS-2/ Flomax 50/ WFR-3B
Ethyl Acetate	Castle Thrust
Ethyl Alcohol	FAW-5/ Castle Shop Solv/ Dallas Morris
Ethylbenzene	NDL-100/ PARANOX/ Uniflo II
Ethylene Glycol	ENVIROHIB 2001/ ICA-2/ LEB 10X/ Scaletrol 720/ Scaletrol 7208/ CC 300/ Clachek A/ Clachek LP/ Ironsta II B/ NCL-100/ BC 140/ NCL-100/ Flomax 50/ NCL/ Scalehib 100/ Unihib O/ Unilink 8.5
Formic Acid	ENVIROHIB 2001
Gluconic Acid	Interstate ICA-2
Glutaraldehyde	Alpha 114/Alpha 125/ ICI-150
Glycerol	Bio Sealers
Glycol Ethers	ENVIROHIB 2001/AMPHOAM 75/ PARANOX/ Uniflo II/ Unifoam/ WNE-342LN
Guar Gum	PROGUM 19 GUAR PRODUCT/ Unigel 19XL/ Benchmark Polymer 3400/ WGA-15/ Unigel 5F
Hydrochloric Acid	Hydrochloric Acid (HCL)/ TETRAClean 542/ Muriatic Acid
Hydrochloric Acid 3% - 35%	Hydrochloric Acid 3% - 35%
Isopropanol	AFS 30 Blend/ FAC-1W/ FAC-3W/ MA-844W/ NE 23/ NE-940/ Flomax 50/ Tetrolite AW0007/ FMW25 Foamer/ CS-2
Isopropyl Alcohol	NFS-102/ WFT-9511/ LT-32/ AR-1/ Flomax 50/ NDL-100/ Unibac/ Uniflo II/ Uniflo/ Unihib O/ WNE-342LN
Methanol	AFS 30 Blend/ NE-200/ Activator Superset-W/ CI-14/ FAW-5/ GasFlo/ Inflo-250W/ LT-32/ NE-940/ XLW-32/ Tetrolite AW0007/ FMW25 Foamer/ 40 HTL Corrosion Inhibitor/ NE 100/ HAI-OS Acid Inhibitor/ Unibac/ NE-90/ Packer Inhibitor
Methyl Alcohol	Clearbreak 400/ Super Surf/ Castle Shop Solv
Methyl Salicylate	Bio Sealers
n-butanol	AirFoam 311
Nitilotriacetamide	Salt Inhibitor
Phenolic Resin	Atlas PRC
Polyethylene Glycol	NE-940/ EC6116A/ NE-90
Polyethylene Glycol Mixture	Bio Clear 2000/ Bio-Clear 200
Polyoxylalkylene sulfate	FMW25 Foamer
Polysaccharide Blend	GW-3LDF



Potassium Carbonate	BF-7L
Potassium Chloride	Dowflake
Potassium Hydroxide	B-9, pH Increase Buffer/ BXL-2
Propargyl Alcohol	CI-14/ HAI-OS Acid Inhibitor
Propylene Glycol	SAS-2/ WFR-3B
Silica	S-8C, Sand, 100 mesh/ Montmorillonite clay
Sodium Bicarbonate	K-34
Sodium Bromide	BioRid 20L
Sodium Hydroxide	Caustic Soda/ ICI-3240/ BioRid B-71
Sodium Persulphate	High Perm SW-LB
Sodium Xylene Sulfonate	FAC-2/ FAC-3W
Sulfuric Acid	Sulfuric Acid
Surfactants	AFS-30/ GasFlo/ Inflo-250W
Talc	Adomite Aqua
Tetrakis(hydroxymethyl)phosphonium sulfate	Magnacide 575 Microbiocide
Tetramethyl ammonium Chloride	Clay Treat-3C
Trimethyloctadecylammonium chloride	FAC-1W/ FAC-3W
6/10/2010	

ANEXO III. Ley Francesa 835 de 13 de Julio de 2011 sobre Fracturación Hidráulica

LOI n° 2011-835 du 13 juillet 2011 visant à interdire l'exploration et l'exploitation des mines d'hydrocarbures liquides ou gazeux par fracturation hydraulique et à abroger les permis exclusifs de recherches comportant des projets ayant recours à cette technique (1)

NOR: DEVX1109929L

L'Assemblée nationale et le Sénat ont adopté,
Le Président de la République promulgue la loi dont la teneur suit :

Article 1

En application de la Charte de l'environnement de 2004 et du principe d'action préventive et de correction prévu à l'article L. 110-1 du code de l'environnement, l'exploration et l'exploitation des mines d'hydrocarbures liquides ou gazeux par des forages suivis de fracturation hydraulique de la roche sont interdites sur le territoire national.

Article 2

Il est créé une Commission nationale d'orientation, de suivi et d'évaluation des techniques d'exploration et d'exploitation des hydrocarbures liquides et gazeux.

Elle a notamment pour objet d'évaluer les risques environnementaux liés aux techniques de fracturation hydraulique ou aux techniques alternatives.

Elle émet un avis public sur les conditions de mise en œuvre des expérimentations, réalisées à seules fins de recherche scientifique sous contrôle public, prévues à l'article 4.

Cette commission réunit un député et un sénateur, désignés par les présidents de leurs assemblées respectives, des représentants de l'Etat, des collectivités territoriales, des associations, des salariés et des employeurs des entreprises concernées. Sa composition, ses missions et ses modalités de fonctionnement sont précisées par décret en Conseil d'Etat.

Article 3

I. — Dans un délai de deux mois à compter de la promulgation de la présente loi, les titulaires de permis exclusifs de recherches de mines d'hydrocarbures

liquides ou gazeux remettent à l'autorité administrative qui a délivré les permis un rapport précisant les techniques employées ou envisagées dans le cadre de leurs activités de recherches. L'autorité administrative rend ce rapport public.

II. — Si les titulaires des permis n'ont pas remis le rapport prescrit au I ou si le rapport mentionne le recours, effectif ou éventuel, à des forages suivis de fracturation hydraulique de la roche, les permis exclusifs de recherches concernés sont abrogés.

III. — Dans un délai de trois mois à compter de la promulgation de la présente loi, l'autorité administrative publie au Journal officiel la liste des permis exclusifs de recherches abrogés.

IV. — Le fait de procéder à un forage suivi de fracturation hydraulique de la roche sans l'avoir déclaré à l'autorité administrative dans le rapport prévu au I est puni d'un an d'emprisonnement et de 75 000 € d'amende.

Article 4

Le Gouvernement remet annuellement un rapport au Parlement sur l'évolution des techniques d'exploration et d'exploitation et la connaissance du sous-sol français, européen et international en matière d'hydrocarbures liquides ou gazeux, sur les conditions de mise en œuvre d'expérimentations réalisées à seules fins de recherche scientifique sous contrôle public, sur les travaux de la Commission nationale d'orientation, de suivi et d'évaluation créée par l'article 2, sur la conformité du cadre législatif et réglementaire à la Charte de l'environnement de 2004 dans le domaine minier et sur les adaptations législatives ou réglementaires envisagées au regard des éléments communiqués dans ce rapport.

La présente loi sera exécutée comme loi de l'Etat.

Fait à Paris, le 13 juillet 2011.