

LA REVOLUCIÓN ENERGÉTICA DEL SIGLO XXI: FRACTURACIÓN HIDRÁULICA VERSUS ENERGÍA RENOVABLE.

Julieta Evangelina Sánchez Cano¹

Artículo Científico Recibido: 12 de marzo de 2014 Aceptado: 02 de junio de 2014

Resumen

En la actualidad la energía ha llegado a ser un factor importante para el desarrollo económico de toda sociedad, por lo que su producción y disponibilidad se ha convertido en uno de los temas centrales a nivel mundial. A pesar de los esfuerzos de muchos países por diversificar su matriz energética con fuentes de energía renovable, en realidad siguen siendo los hidrocarburos como el petróleo, el carbón y el gas natural los principales medios para la producción de energía. El elevado precio del petróleo y el desarrollo y avances de la tecnología han hecho posible que fuentes de energía difíciles de extraer y de altos costos económicos, puedan ahora ser explotadas, tal es el caso del gas natural no convencional que es extraído con una técnica llamada fracturación hidráulica conocida también como fracking, el gas natural no convencional está atrapado en las rocas subterráneas profundas que son difíciles de alcanzar, como por ejemplo camas rocosas de esquistos o de carbón. El fracking está ocasionando una revolución energética que se vislumbra podría ser más fuerte que la energía renovable, lo que conlleva altos costos medioambientales. Este es el tema central de esta investigación y que presentamos en este artículo.

Palabras clave: fracturación hidráulica, gas natural, petróleo, desarrollo económico, medioambiente.

Abstract

Today energy has become an important economic development of any society factor, so its production and availability has become one of the central issues worldwide. Despite the efforts of many countries to diversify its energy mix with renewable energy, actually remain hydrocarbons such as oil, coal and natural gas, the main means of energy production. The high price of oil and the development and advances in technology have made it possible sources of hard power draw and high economic costs, can now be exploited, as in the case of unconventional natural gas that is extracted using a technique called hydraulic fracturing also known as fracking, unconventional natural gas is trapped in deep underground rock that are difficult to reach, such as shale rock beds or coal. The fracking is causing an energy revolution that looms could be stronger than renewable energy, which leads to high environmental costs. This is the focus of this research and presented in this article.

Descriptors: hydraulic fracturing, shale gas, oil, economic development, environment.

Sumario

I. Antecedentes. II. Hidrocarburos no convencionales versus convencionales. III. Hidrocarburos no convencionales: la fracturación hidráulica. IV. El fracking: características. V. Crecimiento económico versus cuidado medioambiental. VI. Conclusiones. VII Bibliografía.

I. Antecedentes

El crecimiento y desarrollo socioeconómico ha incrementado las necesidades energéticas de cada país, esto ha ocasionado una constante preocupación por asegurar la suficiente producción y suministro para cubrir dichas necesidades. La demanda de energía a nivel mundial crece exponencialmente, lo que ocasiona fuertes presiones por mayor oferta de energía a nivel global. Ello conlleva a que los gobiernos estén apostando por mayor

¹ Investigadora Prometeo, Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación de la Republica de Ecuador (SENESCYT), Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Departamento Central de Investigación. Profesora- Investigadora de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Scholar visiting Columbia University, EE.UU. Email: julieta.san2009@hotmail.com y julieta.sanchez@uleam.edu.ec

*Mi agradecimiento y reconocimiento por el apoyo de la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación de la Republica de Ecuador (SENESCYT) a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM) y al Departamento Central de Investigación en Ecuador quienes han patrocinado este proyecto de investigación.

producción de energía por una parte vía los hidrocarburos y por otra con la diversificación de la matriz energética vía las energías alternativas, también llamadas energía renovable.

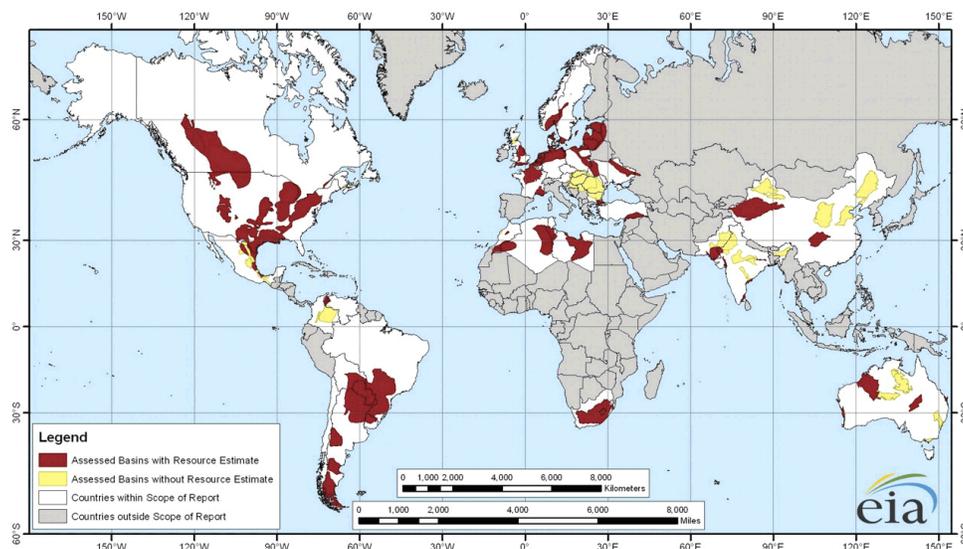
Una de las formas de extracción de energía que está en auge es la fracturación hidráulica, para extraer gas natural no convencional. La fracturación hidráulica (fracking) es una técnica que se utiliza para la extracción de petróleo y gas, y está generando una revolución energética que se vislumbra podría ser más fuerte que las renovables, aunque esto traería repercusiones medioambientales irreversibles. El fracking ha generado un cambio estructural en el mercado de gas natural a nivel mundial, de tal forma que existe un reordenamiento global ocasionado por el rápido crecimiento de la producción de petróleo y gas natural en Estados Unidos y Canadá, así como por la expansión de la demanda de hidrocarburos en Asia y el Medio Oriente, que han modificado el flujo y la dirección de su comercio internacional (Lajous, 2013).

II. Hidrocarburos no convencionales versus convencionales

Las reservas de petróleo se dividen en convencionales y no convencionales. Las primeras contabilizan el petróleo ligero procedente de las zonas tradicionales. Las segundas proceden de zonas marinas profundas, el petróleo pesado obtenido de arenas bituminosas, el petróleo del ártico y el gas licuado. Sin embargo, se dice que la era del petróleo barato procedente de zonas tradicionales ha terminado (Bermejo, 2011) ya que la mayoría de los pozos de formaciones convencionales han llegado a su zenit y ahora han comenzado a declinar su producción, lo que está movilizando a muchos gobiernos del mundo quienes están tomando medidas de política pública para obtener energía, algunos tienen en sus territorios formaciones no convencionales de hidrocarburos y otros no. En sí en su mayoría, los gobiernos a nivel global están intentando diversificar su matriz energética, con lo que intentan tener garantías de autoabastecimiento de energía, para ello se están generando técnicas y haciendo estudios para aprovechar las características de cada territorio y de esta forma utilizar los medios al alcance para desarrollar nuevas formas de obtención de energía, entre ellos el sol, el aire, el agua, etc., generadores de la energía renovable.

Los reservorios no convencionales en general están distribuidos en poros microscópicos que no están conectados entre sí. Para extraerlos se abren fisuras y se utiliza o fracking, desarrollada en el siglo XX para mejorar la permeabilidad de los yacimientos convencionales. Esta técnica consiste en inyectar líquido a alta presión en el subsuelo, este líquido está formado de agua, arena y aditivos químicos. La fisura es abierta por la presión del agua y la arena, después la arena ingresa a las fisuras abiertas menos de un milímetro y las apuntala para impedir que se cierren, es cuando los hidrocarburos pueden fluir para permitir su extracción. Existen zonas dispersas en el mundo que tienen grandes reservorios de shale gas y que pueden ser visualizadas en el mapa siguiente:

1. Yacimientos de shale gas a nivel mundial



Fuente: Energy Information Administration obtenida en: <http://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/> the report from 2011: <http://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/archive/2011/pdf/fullreport.pdf>

Estrada (2013) expone que la mayor parte de las reservas de gas natural y petróleo provienen de lutitas que contienen una gran riqueza en materia orgánica. El proceso de formación de las rocas a partir de sedimentos tiende a reducir la porosidad y aumentar la aglutinación de los materiales. La lutita es una roca sedimentaria formada por fragmentos sólidos transportados por el agua o el viento a una cuenca sedimentaria (lutita detrítica) o formada de areniscas provenientes de la compactación de partículas de otras rocas (lutita clástica). La compactación puede convertir a las lutitas en pizarras o en filitas, que son rocas brillosas compuestas por cristales. El proceso de formación y compactación de la lutita, es decir su diagénesis, se produce a 5 o 6 km de la corteza terrestre a temperaturas inferiores a 200° C.

El fracking para extraer shale gas, en algunos países es considerado como una energía limpia porque consideran que tiene bajas emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Sin embargo, la explotación realizada por ésta técnica ha presentado repercusiones medioambientales de otro tipo, como la contaminación de los acuíferos y existen científicos que afirman que esta técnica está relacionada con el aumento de sismos², entre otros daños, por lo que perdura la incertidumbre en muchos países sobre su utilización y la extensión e impactos que pudiera tener. No obstante, algunos gobiernos promueven el gas natural como energía limpia debido a que posee menos cadenas de carbono, ya que al compararla con la utilización de la gasolina o diésel hay mayor contaminación de la atmósfera ya que tienen mayores cadenas de carbono que afectan al medio ambiente. No obstante debemos resaltar que en el caso del Shale gas, el fracking contamina los mantos acuíferos y las aguas residuales provenientes de ellos que son altamente contaminantes y difíciles de desechar.

III. Hidrocarburos no convencionales: la fracturación hidráulica

La utilización del fracking permite liberar el gas no convencional atrapado en las rocas de esquisto. Los gases no convencionales, se caracterizan por estar en rocas de baja porosidad y permeabilidad. El gas de esquisto se encuentra atrapado en sedimentos de roca abundantes en esquisto (también conocida como pizarra o lutita) y otros materiales orgánicos a profundidades de mil a cinco mil metros. La porosidad y baja permeabilidad de los sedimentos de esquisto hacen que la técnica de perforación (fracking) sea una técnica compleja (Alianza mexicana contra el Fracking, 2013).

Los hidrocarburos provenientes de formaciones no convencionales en inglés reciben el nombre genérico de shale, y en términos geológicos se les denomina lutitas o esquistos, y ya se comenzaban a explotar hacía décadas, pero en la actualidad su extracción se ha hecho costeable con el avance de la tecnología y el encarecimiento del barril de petróleo. Es petróleo y gas atrapado en formaciones que son muy compactas e impermeables y que no están conectadas entre sí, como en el caso de las convencionales. Son también llamadas roca madre de los hidrocarburos.

¿Por qué son llamadas la roca madre de los hidrocarburos? Es algo que explicaremos en esta parte de la investigación. El yacimiento no convencional es aquel donde la roca generadora y la almacenadora es la misma. En este caso el hidrocarburo, gas y aceite permanece en la roca generadora, es decir, no migra a una roca almacenadora como en los yacimientos convencionales. La desventaja del yacimiento no convencional radica en que resulta más caro extraer aceite y gas, a diferencia de los yacimientos convencionales que es más barato extraerlos (Grajales, n.d.).

En general las formaciones rocosas que contienen petróleo y gas a veces son fisuradas de forma natural y el petróleo migra muchas veces hacia la superficie, en estos casos es donde se ha encontrado petróleo fácilmente a ras del suelo como en el caso del pozo Cantarell en México. En otras ocasiones migra y queda por debajo del subsuelo en formaciones de más fácil extracción, es decir con técnicas convencionales. Estas formaciones están en las llamadas trampas o yacimientos convencionales que se han explotado con éxito durante todo el siglo XX y que han revolucionado y marcado el desarrollo socio-económico del planeta, la economía mundial tal y como la

² Revista science: Published Online July 3 2014, Science 25 July 2014: Vol. 345 no. 6195 pp. 448-451 DOI: 10.1126/science.1255802. Sharp increase in central Oklahoma seismicity since 2008 induced by massive wastewater injection.

conocemos depende fundamentalmente de la energía proveniente de los hidrocarburos obtenidos principalmente de forma convencional.

Algunos de los países que están explotando hidrocarburos y cuyos pozos llegaron a su zenit y ahora están declinando su producción, han empezado a explotar yacimientos que antes no se utilizaban por la baja calidad de su petróleo y dificultad de extracción. Están tomando la opción de explotar las formaciones madre de los hidrocarburos que están en estratos del planeta en general a mayor profundidad y son aún más difíciles de extraer. Estos hidrocarburos son los que están atrapados en la roca madre o rocas generadoras de shale, esquistos o lutitas.

IV. El fracking: características

El shale gas es metano producido por depósitos de lutitas y otras rocas de grano fino. Grandes volúmenes de hidrocarburos pueden quedar almacenados en rocas, fracturas o poros muy pequeños con permeabilidad muy baja. A esto se le llama shale gas, gas de lutita o gas de pizarra bituminosa. Esta última no contiene hidrocarburos maduros, salvo el precursor kerógeno. Las lutitas son también las rocas madre u originarias de los yacimientos convencionales de gas natural y ellas mismas pueden contenerlo. El gas se almacena de tres maneras: absorbido por el kerógeno, atrapado en poros de sedimentos de grano fino intercalados en la lutita, o confinado en sus fracturas internas (Estrada, 2013).

Los hidrocarburos obtenidos de forma convencional se obtienen en los llamados yacimientos convencionales, en donde los hidrocarburos se forman de una roca generadora que puede ser lutita o roca caliza, que está compuesta de material orgánico y rocas almacenadas durante siglos. A mayor cantidad de sedimentos en las rocas y con las condiciones adecuadas de presión y alta temperatura se generan los hidrocarburos de materia orgánica descompuesta. Los hidrocarburos migran a través de las formaciones geológicas hasta que se encuentran con una roca impermeable que hace de sello y no les permite migrar más. Si existe sincronía entre los procesos y los elementos, es decir si existe la materia orgánica, altas temperaturas y presión se forman los hidrocarburos. Para que se genere petróleo se requieren temperaturas de más de 120 grados centígrados y a mayor temperatura el petróleo se convierte en gas. Al explotar los yacimientos convencionales el petróleo fluye solo porque tiene mucha presión, y durante 10 ó 15 años puede fluir sin estimulación, después hay que estimularlo con varios mecanismos (Grajales, n.d.)³.

Los hidrocarburos provenientes de formaciones no convencionales ya se comenzaban a explotar hacía décadas, pero en la actualidad su extracción se ha hecho costoso con el avance de la tecnología y el encarecimiento del barril de petróleo. Es petróleo y gas atrapado en formaciones que son muy compactas e impermeables y que no están conectadas entre sí, como en el caso de las convencionales. Son también llamadas roca madre de los hidrocarburos.

Las reservas de petróleo se dividen en convencionales y no convencionales. Las primeras contabilizan el petróleo ligero procedente de las zonas tradicionales. Las segundas proceden de zonas marinas profundas, el petróleo pesado obtenido de arenas bituminosas, el petróleo del ártico y el gas licuado. Sin embargo, se dice que la era del petróleo barato procedente de zonas tradicionales ha terminado (Bermejo, 2011) ya que la mayoría de los pozos de formaciones convencionales han llegado a su zenit y ahora han comenzado a declinar su producción, lo que está movilizando a muchos gobiernos del mundo quienes están tomando medidas de política pública para obtener energía, algunos tienen en sus territorios formaciones no convencionales de hidrocarburos y otros no.

Algunos de los países que están explotando hidrocarburos y cuyos pozos llegaron a su zenit y ahora están declinando la producción han empezado a explotar yacimientos que antes no se utilizaban por la baja calidad de su petróleo y dificultad de extracción. También están tomando la opción de explotar las formaciones madre de los hidrocarburos que están en estratos del planeta en general a mayor profundidad y son aún más difíciles de extraer. Estos hidrocarburos son los que están atrapados en la roca madre o rocas generadoras de shale, esquistos o lutitas.

³ Para estimularlos se pueden lavar los pozos, aplicar químicos para destapar poros, introducir polímeros para detener el flujo de agua y fluya con mayor facilidad el petróleo.

Los reservorios no convencionales en general están distribuidos en poros microscópicos que no están conectados entre sí. Para extraerlos se abren fisuras y se utiliza fracking, desarrollada en el siglo XX para mejorar la permeabilidad de los yacimientos convencionales. Esta técnica consiste en inyectar líquido a alta presión en el subsuelo, este líquido está formado de agua, arena y aditivos químicos. La fisura es abierta por la presión del agua y la arena, después la arena ingresa a las fisuras abiertas menos de un milímetro y las apuntala para impedir que se cierren, es cuando los hidrocarburos pueden fluir para permitir su extracción.

Al referirse al *fracking* o fracturación hidráulica, se está hablando de la extracción de gas no convencional, familia en la que se engloban yacimientos conocidos como gas de pizarra, gas de esquistos y gas de lutitas. Normalmente el gas y el petróleo se encuentran en rocas de gran porosidad, en las que además los poros están bien conectados entre sí, y tienen una elevada permeabilidad. Se estaría hablando mayoritariamente de areniscas y calizas. El gas no convencional sin embargo se encuentra en rocas con una porosidad muy baja y de baja permeabilidad. El mayor inconveniente es que la velocidad de extracción del gas no es tan alta como con el gas no convencional. Esto provoca que no se puedan hacer ingresos rápidos por la venta del gas, con lo que la rentabilidad económica del proyecto se ve afectada (Urresti & Marcellesi, 2012).

La extracción de hidrocarburos no convencionales recibió un impulso fundamental entre mediados y fines de la década de 1970, cuando comenzó a diseñarse y probarse la técnica de fractura hidráulica masiva. Sin embargo, recién en 1998, con el desarrollo de lo que se conoció en inglés como *slickwater fracking*, fue posible pensar en una explotación técnica y económicamente viable. El fracking busca estimular los yacimientos a partir del bombeo de fluido y un agente de apuntalamiento a elevada presión, con el propósito de producir micro fracturas en la roca almacenadora de hidrocarburos (Pérez Roig, 2012).

En el caso de las fuentes no convencionales, el gas está atrapado en la roca generadora y no existe un bolsón en el que se encuentre todo el gas atrapado. Para extraerlo es necesario usar técnicas no convencionales, tales como el taladrado horizontal y la fractura hidráulica. De lo que se trata es de romper la roca, creando fisuras, de forma que el gas pueda fluir libremente y así ser extraído, se inyectan a alta presión fluidos en las rocas que se presumen contienen el gas, de tal manera que aquellas se fracturan y permiten su liberación, para ser bombeado a la superficie. Para llevarlo a cabo, primero se realiza un pozo vertical, hasta la profundidad deseada, y luego se taladra horizontalmente, en forma lateral, de manera que los tubos cubran una mayor distancia. Cuando los tubos están en posición, se inyecta el fluido y se empieza el proceso. Al principio, el fluido es absorbido por la formación geológica, pero eventualmente la velocidad de inyección es superior a la de absorción y se producen fisuras y fracturas. Una vez que estas fracturas fueron creadas, se cesa la inyección de fluido y se recoge parte del mismo que vuelve a la superficie. Por el mismo camino emerge el gas, que es luego recolectado, almacenado y distribuido (Partido Colorado, 2012).

A continuación se muestra la evolución de los procesos de fracturación.

Tipo de Fracking	Descripción
Primeras técnicas de fracturación	Emplear explosivos como la nitroglicerina y el gel napalm (gasolina gelatinosa)
Segundas técnicas de fracturación	Emplear agua con geles químicos y espuma
Slickwater Fracking	Emplea mayores cantidades de agua con tenso activos* y otros tipos de inhibidores de fricción (lubricantes), que crean una serie de fracturas horizontales a lo largo de la formación rocosa.
Movable Sleeves	Proceso donde fracturan con un tubo con varias fisuras que cabe perfectamente en los pozos y permite que se filtre la mayoría del gas que emerge.

HiWAY	Proceso que genera grietas más grandes en las perforaciones que las que generan los actuales procesos. Cada vez más compañías comienzan a utilizar este proceso. Su creador Schlumberger, afirmar que este proceso utiliza menos agua y arena que el fracking convencional.
RapidFrac	Fractura las formaciones de forma horizontal y después inyectan los fluidos pero esto asegura que las rocas vecinas también se agrieten. Este proceso es más rápido y barato que el fracking tradicional que perfora una formación rocosa a la vez.

*Tenso Activos: Sustancias que permiten conseguir o mantener una emulsión

Fuente: Elaboración Estrella Rodríguez con datos de: Bloomberg Businessweek y www.tcetoday.com

Junto al agua y los agentes químicos se inyecta arena o incluso pequeñas cuentas cerámicas, que ayudan a mantener abiertas las fracturas, de forma que el gas pueda fluir hacia la superficie. No siempre se emplea agua en la forma indicada, sino que a veces se usan gases, como nitrógeno, fuel oil o incluso ácido clorhídrico para disolver parte de las rocas y mantener limpios los poros por los que fluye el gas. Entre un mínimo de 20 por ciento y un máximo del 85 por ciento de los fluidos inyectados permanecen bajo tierra. El resto vuelve a la superficie y se almacena en piletas abiertas, desde donde se traslada a plantas de tratamiento de efluentes (Partido Colorado, 2012) No obstante el agua residual denominada produced wáter en inglés es difícil de tratar y deshacerse de ella, algunas empresas la vuelven a inyectar al interior de la tierra lo ocasiona graves daños de contaminación de mantos acuíferos.

La productividad de estos pozos es muy baja, como 200 veces menos que la de un pozo convencional; además, la producción decae muy deprisa y durante el primer año un pozo de gas no convencional típico produce el 80 por ciento de todo el gas de su vida útil. Los ritmos de decaimiento son tan rápidos que se tiene que estar perforando continuamente y a gran velocidad nuevos pozos para mantener la producción, y este ritmo crece a medida que se intenta producir más gas por este método, lo cual pone un límite absoluto a la producción total anual (Martínez Taberner, 2013).

(Consejo Superior de Colegios de Ingenieros de Minas, 2012) destacan la significativa reducción de costes de inversión (capex) y operativos (opex) conseguida en los últimos años, fundamentalmente en los EEUU de América y en Canadá, países en los que el gas no convencional ha tenido un gran desarrollo, siendo los primeros los que más influyen en el coste final del gas puesto en la red, mencionando que la reducción se ha conseguido a la conjunción de los siguientes elementos:

- Amplia disponibilidad de recursos materiales y humanos.
- Optimización de los procesos de perforación, estimulación y producción, incluyendo la gestión de los fluidos, tanto de alimentación como de retorno.
- Carácter de la actividad, continuada en una misma área, y más próxima al sector manufacturero que al de la exploración y producción convencional.

Existen numerosos estudios sobre las repercusiones ambientales del uso del *fracking*. Pérez Roig (2012) menciona que los riesgos e impactos ambientales involucran:

- La contaminación de agua subterránea por acción de los fluidos utilizados para las fracturas, a raíz de roturas en los encamisados o filtraciones;
- La contaminación de la tierra y agua superficial (y potencialmente aguas subterráneas), debido a derrames de los compuestos utilizados en las fracturas, y de las aguas contaminadas que regresan a la superficie una vez concluido el proceso;

- El sobreconsumo y agotamiento de fuentes de agua;
- El tratamiento de las aguas residuales;
- Los impactos sobre la tierra y el paisaje;
- Los impactos derivados de la etapa de construcción de las locaciones, como pueden ser la contaminación sonora durante la perforación de los pozos, el venteo de gases no aprovechables, e impactos por el tráfico de vehículos.
- Por otro lado, se han identificado más de 2,500 productos y, al menos, 750 tipos diferentes de químicos en el fluido de perforación (US House of Representatives, 2011, citado por Onanonan, 2013). Estudios como el de Colborn et al, realizados con base en informes sobre vertidos y accidentes en la explotación, corroboran el uso de más de 750 diferentes tipos de químicos. El informe Impacto Ambiental del Sistema de Fracturación Hidráulica para la extracción de gas no convencional, señala que más del 25 por ciento de las sustancias pueden causar cáncer y mutaciones, el 37 por ciento pueden afectar al sistema endócrino, más del 50 por ciento causan daños en el sistema nervioso y casi el 40 por ciento provocan alergias (Comisión Sindical de Comisiones Obreras, 2012; citado por Onanonan, 2013).

V. Crecimiento económico versus cuidado medioambiental

Aunque en la actualidad se sigue avanzando hacia la diversificación de la matriz energética con fuentes de energía renovable, en realidad la mayor parte de la energía del mundo está fundamentada en los combustibles fósiles, por esta razón siguen siendo la prioridad para muchas regiones del mundo. Y desafortunadamente el patrón de energía a nivel mundial sigue fundamentado fuertemente en energía no renovable. Las centrales termoeléctricas (de carbón, gas natural, petróleo y nucleares) son responsables de aproximadamente el 80 por ciento de la producción mundial de electricidad. A nivel mundial, las fuentes renovables (incluida la energía hidroeléctrica) representan tan solo el 13 por ciento de las fuentes de energía primarias. El porcentaje sin desarrollar de potencial técnico para centrales hidroeléctricas se cree es mayor en África (92 por ciento), seguida de Asia (80 por ciento), Australasia y Oceanía (80 por ciento) y América Latina (74 por ciento). Sin embargo, solo unos dos tercios del potencial técnico total estimado se consideran económicamente viables (Aqua-Media International Ltd., 2012 en UNESCO, 2014).

Según estadísticas de la Agencia Internacional de Energía (AIE), se espera que la demanda energética mundial se incremente en un 70 por ciento de aquí al año 2035 y donde China, la India⁴ y el Medio Oriente en particular representarán cerca del 60 por ciento de este incremento, y el 90 por ciento del incremento de la demanda mundial de energía procederá de países ajenos a la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) (AIE, 2012). En la última década, se ha intensificado la llegada al, zenit y posterior declinación de yacimientos de gas y petróleo convencional de la mayoría de los pozos del mundo, situación que sumada al crecimiento de la demanda energética, han generado la necesidad de fortalecer y ampliar la oferta de energía en el mercado con la extracción de hidrocarburos no convencionales.

Es necesario destacar que en años recientes en Norteamérica, especialmente en Estados Unidos, se ha dado un cambio estructural en el mercado de gas natural derivado de la explotación del gas no convencional, por tal motivo se ha incrementado la oferta generando una disminución en el precio del energético. Además, los altos precios del petróleo y el constante desarrollo de la tecnología han permitido que las reservas de petróleo y gas que antes eran inalcanzables, como gas de esquisto, sean hayan convertido en enormes fuentes de energía explotadas por la industria. Este cambio en el paradigma en Norteamérica ha incidido en el comportamiento de los mercados mundiales, por tal motivo, se estima que en el largo plazo el gas natural proveniente de fuentes no convencionales ocupará una posición clave en la canasta energética mundial (SENER, 2012).

A medida que la demanda de energía aumenta debido al continuo crecimiento económico, las economías en desarrollo como China e India se expanden y suministros de combustibles fósiles disminuyen, por lo que esas reservas serán más importantes que nunca. En respuesta a las nuevas necesidades de mayor oferta de energía, el *fracking* es una práctica en busca de nuevas fuentes de energía, es utilizada para extraer petróleo y gas natural de yacimientos no convencionales. Se trata de explotar el hidrocarburo acumulado en los poros y fisuras

⁴ China e India representarán la mitad del incremento mundial de energía (AIE, 2012a).

de ciertas rocas sedimentarias estratificadas de grano fino o muy fino, generalmente arcillosas o margosas, cuya poca permeabilidad impide la migración del metano a grandes bolsas de hidrocarburos. Para ello es necesario realizar cientos de pozos ocupando amplias áreas (la separación entre ellos ronda entre 0,6 a 2 km) e inyectar en ellos millones de litros de agua cargados con un cóctel químico y tóxico para extraerlo (Greenpeace, 2012).

Aunque en cuestiones medioambientales el fracking ha repercutido de forma negativa; en cuestiones económicas, los notorios beneficios económicos que el *fracking* ha mostrado en Norteamérica, han generado expectativas en otros países, ya que muchos consideran que con estas prácticas asegurarían su consumo de energía para los próximos años, a precios más accesibles y sin tener depender de la importación de energía. Esto es para los países que cuentan con sus propios yacimientos de gas natural. Por estas razones el *fracking* ha comenzado a expandirse y a aplicarse en países europeos, asiáticos y de Latinoamérica. De tal modo se está generando por un lado un panorama alentador en el terreno económico y por otro lado desalentador en el terreno medioambiental y el futuro de sobrevivencia del planeta.

Las experiencias de extracción de petróleo y gas con *fracking* se han producido principalmente en Estados Unidos, donde hay más 400.000 pozos que emplean a más de millón y medio de trabajadores, lo que ha generado desarrollo económico ayudando a este país a salir de la crisis en la que se sumergió en 2008. Se estima que los Estados Unidos serían autosuficientes en petróleo y superavitarios en gas natural en menos de 30 años. El renovado impulso de los hidrocarburos no-convencionales empieza a ser visto como una panacea económica que revolucionará el mercado y dará nuevo dinamismo a la economía de ese país (Estrada, 2013). La utilización de esta técnica ha aumentado las reservas de gas en EE.UU. en torno a un 40 por ciento pero allí también se han conocido los riesgos que supone el *fracking* para el medio ambiente y la salud (Durán Rodríguez, 2013).

Toda vez que existe una gran polémica en cuanto a la explotación de hidrocarburos vía fracking, económicamente viable y pujante pero medioambientalmente nocivo, lo que marca la difícil decisión de los gobiernos, crecimiento y desarrollo económico versus medioambiente y conciencia de futuro del planeta y las generaciones venideras. Por su parte organizaciones ciudadanas creadas a raíz de los impactos sufridos en las zonas donde están utilizando fracking proponen prohibir esta tecnología, o al menos, suspender su aplicación en tanto se realicen estudios necesarios para evaluar sus efectos (Baccheta, 2013).

Es importante resaltar que en Estados Unidos, producto de una gran movilización social, los estados de Nueva York y Nueva Jersey decidieron una moratoria de las perforaciones hasta contar con normas de control, pero existen, por otra parte, fuertes presiones para levantar estas restricciones. En el estado de Ohio, preocupados por los sismos y la contaminación de acuíferos, en enero de 2012 se decidió una moratoria de tres años. La ciudad de Pittsburg prohibió en 2010 el *fracking* en la zona urbana. Existen otros países que se han sumado a las moratorias y prohibiciones, en Canadá, la provincia de Quebec suspendió las perforaciones en 2011, así como el estado de Nueva Gales en Australia. En Sudáfrica, el gobierno suspendió las licencias en la región de Karoo. A finales de 2011. También Europa se opone a tal práctica, en Francia en 2011 se prohibió la exploración y explotación del gas de esquisto en todo el territorio, en aplicación de la Carta del Medio Ambiente de 2004 y del principio de precaución y corrección. En 2012, Bulgaria se sumó a la prohibición. En España, la ciudad Valle de Mena, en Burgos, declaró el 5 de Julio de 2012 "libre de *fracking*" el municipio debido a la ausencia de información y transparencia sobre las prospecciones que se llevaban a cabo en la zona. En Suiza, el cantón de Friburgo también prohibió el *fracking*, e Irlanda del Norte declaró moratoria (Baccheta, 2013).

Por el momento, la producción de gas no convencional sigue siendo un fenómeno de América del Norte debido, principalmente, a la producción de shale gas. En el año 2010, Estados Unidos contribuyó en un 76 por ciento (360 bcm, o 12,7 Tcf) al total de la producción mundial de gas no convencional, generando unos 600.000 empleos, mientras Canadá lo hacía en un porcentaje del 13 por ciento (60 bcm, o 2,1 Tcf). Hoy, el gas no convencional en los EEUU, supone más del 50 por ciento de la producción doméstica de gas. El desarrollo de los campos de Bakken en Dakota del Norte, además de Eagle Ford y Permian en Texas, ha generado ocho aumentos anuales consecutivos de las reservas probadas de gas natural en Estados Unidos". Fuera de Norteamérica, China y Australia son los países que más contribuyeron a la producción de gas no convencional con alrededor de 10 bcm (0,35 Tcf) y 5 bcm (0,18 Tcf) respectivamente, de gas procedente del metano en capas de carbón (Consejo Superior de Colegios de Ingenieros de Minas, 2012).

También en México se está mostrando interés en el fracking, ya que existen condiciones para ello en cinco provincias geológicas: Sabinas-Burro Picachos, donde ya se perforó el pozo emergente 1; Chihuahua, Burgos, Tampico-Misantla y Veracruz, lugares en donde se han identificado lutitas gasíferas potenciales. Actualmente se encuentran cuatro pozos en México funcionando con esta técnica. La Estrategia Nacional de Energía (ENE) (2013-2027) ha considerado “El gas natural de lutitas podría ser una aportación significativa para cubrir las necesidades de México a largo plazo. Sin embargo, es importante dimensionar y evitar los impactos ambientales relacionados con la producción del gas no convencional, en particular en cuanto al uso y reciclaje de agua para la fracturación hidráulica, la correcta cimentación de los pozos y los efectos secundarios de los químicos empleados en el proceso. Considerando que una parte de los recursos se ubican en la región del norte, que es más árida, el manejo de agua se vuelve crítico”. Para el gobierno de México esto representa la oportunidad de satisfacer su creciente demanda energética. De acuerdo con la Agencia de Información Energética del Departamento de energía de Estados Unidos, México ocupa el cuarto lugar a nivel mundial en recursos técnicamente recuperables de shale gas y concentra el 6 por ciento del potencial energético del mundo, con 681 billones de pies cúbicos.

“El shale gas se desarrolla como una nueva capa tendiente a envolver todo el mercado, sobre la cual se irá acomodando gradualmente el resto de los energéticos renovables. Así está sucediendo ya en la industria eléctrica debido a la flexibilidad de los ciclos combinados basados en gas natural, en especial su capacidad de reducir e incrementar su carga, conservando altos rendimientos térmicos. Esta flexibilidad permitirá que el resto de las fuentes alternativas (eólica, solar, mareomotriz y las que se vayan incorporando), cuya capacidad de generación es variable, se acomoden en forma combinada.” (Estrada, 2013). Las dudas crecen ante la discordancia entre la creciente producción de gas y precios de mercado inferiores a los costos. También se escuchan advertencias sobre los potenciales efectos nocivos de su explotación en el medio ambiente y comunidades aledañas. Hay dudas sobre los posibles efectos de la técnica de fracking y los disolventes químicos empleados en mantos freáticos y agua potable.

Además, las características particulares de este tipo de yacimientos hacen que su explotación resulte más onerosa, por lo que se requieren mayores precios para hacer que los proyectos se tornen viables. De todas formas, ya se comienza a vislumbrar un importante impacto económico, que a la vez, genera impactos multiplicadores sobre el resto de la economía, ya que por las características de su producción implican mayores desembolsos y contratación de mano de obra, y con ello generación de empleos, esto infiere para que los gobiernos tomen decisiones difíciles, crecimiento económico y empleos versus impacto medioambiental irreversible... las presiones políticas marcan la pauta.

Ya no existen dudas de que exploración y explotación de combustibles fósiles dañan irreversiblemente los ecosistemas. La pérdida de la biodiversidad y la afectación de ecosistemas enteros en periodos de corto, mediano y largo plazo no son tomados en cuenta, sumado a esto se resta importancia a lo que no es medible en términos económicos como la biodiversidad y los ecosistemas, por lo que el problema se torna complejo e inconmensurable.

Todos los impactos del actual patrón de producción y explotación de energía basados en los hidrocarburos y la energía nuclear traen altos costos de corto, mediano y largo plazo, lo que nos obliga a reflexionar y recomendar tomar medidas para mejorar y revisar el ciclo completo de distribución y consumo de energía en todo el mundo. Además que es de suma importancia que se modifiquen los patrones de producción y extracción de energía a través de la modificación de la matriz energética diversificándola y orientándola hacia una mayor producción de energías alternativas de forma sustentable. Notando que la seguridad energética depende también de la seguridad ambiental esto es que son sinérgicas. Es trascendental que tanto los gobiernos como las instituciones a nivel mundial hagan énfasis en una mayor producción de energía renovable producida de forma sustentable y con balance energético positivo, deben establecerse formas de gobernanza mundial de producción y consumo de energía por el bien mismo de la humanidad y respetando y cuidando la vida misma del planeta apuntando a una mejora de la seguridad energética acompañada de la sostenibilidad es la cuestión más importante y que debe ser construida y vigilada desde el estado y las instituciones a nivel global.

VI. Conclusiones

1.- Gran parte de los países del Mundo han tenido que recurrir a las importaciones de productos energéticos para de esta manera, cerrar la brecha entre la oferta interna y la demanda, la cual para muchos viene ampliándose de manera sistemática. Ante este panorama, surge el interrogante en relación a cuáles serán las fuentes de abastecimiento de energía necesarias para satisfacer la creciente demanda de cada país, reduciendo así para muchos la dependencia externa. Ante ello gran cantidad de países se están volviendo hacia la energía renovable, sin embargo la producción de energía renovable aun no es suficiente para cubrir gran parte de sus necesidades por lo que continúan produciendo e importando energía proveniente de los hidrocarburos. Otros países están contemplando explotar sus recursos no convencionales que antes no eran considerados, pero debido a los avances tecnológicos que mejoraron las técnicas extractivas, permitiendo reducir costos, y haciendo que los recursos que anteriormente no resultaban comercialmente explotables pasen a serlo.

2.- Según estadísticas de la Agencia Internacional de Energía, se espera que la demanda energética mundial se incremente en un 70 por ciento de aquí al año 2035. El ritmo creciente del consumo y el elevado precio del barril de petróleo y de sus derivados están marcando la pauta del presente siglo XXI. Esto nos lleva a afirmar que se vislumbra un panorama poco prometedor ya que con un consumo energético creciente, una oferta limitada de energía, la apuesta debería ser una mayor producción de energía con un menor impacto medioambiental, por lo que las energías alternativas o energía renovable deberían jugar un papel preponderante en las políticas energéticas de los gobiernos a nivel global.

3.- Queda claro que el crecimiento económico sostenido no puede mantenerse al infinito en un planeta finito. Ello implica un desarrollo sustentable lo menos dañino posible en el corto y mediano plazo; la disyuntiva está en que las alternativas deberán construirse de forma que se respete la vida del planeta, la biosfera, la naturaleza con todas sus formas de vida “hacer juntos una nueva tesis por la vida, por las generaciones actuales y futuras”.

4.- Específicamente en el sector energético se tiene que apostar hacia la transición energética, esto es la apuesta por energía renovable producida de forma sustentable y con balance energético positivo, lo cual debe ir acompañado por una disminución y cambios en los patrones de consumo energético y un acceso descentralizado y justo a la energía.

5.- Lo que sí se puede prever es que esta civilización tiene en sus manos las decisiones para el futuro del planeta, si se sigue apostando por producir energía de fuentes que siguen dañando el planeta no estamos planteando soluciones reales a largo plazo. Es más sensato buscar soluciones a la actual insostenibilidad del sistema en el campo de la energía, podríamos utilizar las extraordinarias fuentes de producción de energía que nos brinda la misma naturaleza (sol, viento, etcétera) en combinación con la tecnología y el ingenio humano. Mientras sigamos en la búsqueda de nuevas formas de extracción de hidrocarburos como el caso del fracking, sumaremos esfuerzos que nos desvían del camino del buen futuro del planeta y dejaremos de apostar por el camino de la energía renovable. Desviaremos nuestros esfuerzos hacia fuentes de energía que no son sustentables y dañan nuestra salud y nuestros ecosistemas irremediablemente. Una vez lo expuesto se justifica plenamente que recomendamos a los gobiernos y las instituciones que apuesten por la obtención de energía de forma menos agresiva para el medioambiente, para el ser humano y la biodiversidad a través de la energía renovable.

VII. Bibliografía:

Agenda Internacional de Energía (2012) World Energy Outlook. Resumen ejecutivo. Recuperado 14 de Octubre del 2013 from: <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Spanish.pdf>

Alianza mexicana contra el Fracking (2013) Principales problemas identificados con la explotación de gas de esquino por fractura hidráulica en México. Recuperado el 8 de Octubre del 2013 en: <http://nofrackingmexico.org/wp-content/uploads/2013/08/pronunciamento.pdf>

Bacchetta, V. L. (2013) Geopolítica del fracking. Impactos y riesgos ambientales. Nueva Sociedad No. 244, 61-73.

Bermejo Roberto (2011) El techo del petróleo como una oportunidad para avanzar en la sostenibilidad. El caso español, en Cuides, Cuaderno Interdisciplinar de Desarrollo Sostenible, ISSN 1889-0660, No.7, 2011, págs. 61-103.

Centro de Investigación para el desarrollo (CIDAC) (2013) 3 Dilemas: un diagnóstico para el futuro energético de México. Red Mexicana de Competencia y Regulación. Recuperado el 10 de diciembre del 2013 en: http://cidac.org/esp/uploads/1/3Dilemas_FuturoEnergetico16.pdf

Comunidad de Madrid (2012) El gas natural, recorrido de la energía. Comunidad de Madrid y Gas Natural. Recuperado el 22 de Octubre del 2013 de: <http://www.fenercom.com/pdf/aula/recorrido-de-la-energia-gas-natural.pdf>

Confederación Sindical de Comisiones Obreras (2012) Impacto ambiental del sistema de fracturación hidráulica para la extracción de gas no convencional. Secretaría de medio ambiente. Madrid- España recuperado el 14 de octubre del 2013 from: http://www.ccoo.com/comunes/recursos/1/doc88246_Informe_fractura_hidraulica.pdf

Consejo Superior de Colegios de Ingenieros de Minas (CSCIM) (2012). Gas no convencional en España, oportunidad de futuro. Obtenido el 13 de octubre del 2013 en: http://ingenierosdeminas.org/documentos/130312_informe_gas.pdf

Durán Rodríguez, J. (2013) ¿Qué es el 'fracking' y por qué genera tanta oposición? Recuperado el 25 de noviembre del 2013 en: <http://www.que.es/ultimas-noticias/medio-ambiente/201309230800-fracking-genera-tanta-oposicion-cont.html>

Estrada, J. (2012) Gas de lutita en México: Planes, potencial y regulación. Analítica Energética S.C. Recuperado el 16 Octubre del 2013 de: http://www.canacindra.org.mx/comites_comisiones/energeticos/gas_lutita.pdf

Secretaría de Energía (2013) Estrategia Nacional de Energía 20013-2027

Recuperado el 12 de enero del 2014 en: www.energia.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2013/ENE_2013-2027.pdf

Greenpeace (2012). Fractura hidráulica para extraer gas natural (fracking). Recuperado el 2 de Sep del 2013 from http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/cambio_climatico/Fracking-GP_ESP.pdf

Grajales José (n.d.) Yacimientos convencionales y no convencionales. Instituto Mexicano del Petróleo y Secretaría de Energía. Recuperado el día 8 de septiembre del 2014 en: www.sener.gob.mx/.../Yacimientos%20Convencionales%20y%20No%20...

Keep Tap Water Safe. (2013). From List of Bans Worldwide: <http://keaptapwatersafe.org/global-bans-on-fracking/>.

Lajous Adrian (2013), "El futuro nos alcanzó. Notas sobre el cambio energético de Norteamérica", Nexos, núm. 426, México, junio. pp. 29-30.

Martínez Taberner, A. (2013). Fracking: rentabilidad energética, económica y ecológica. Recuperado el 1 de enero del 2014 en the oil crash: <http://crashoil.blogspot.mx/2013/02/fracking-rentabilidad-energetica.html>

Onanonan, onan (2013) Principales problemas identificados con la explotación de gas de equisto por fractura hidráulica en México, Alianza mexicana contra el Fracking.

Partido Colorado. (2012). "Moratoria sobre Proyectos de Fractura Hidráulica para Obtención de Gas o Petróleo" .
From [partidocolorado.com.uy:
http://www.partidocolorado.com.uy/adminpc2/media/files/bc4fe0e576d02ea_moratoria%20sobre%20proyectos%20de%20fractura%20hidraulica%20para%20obtencion%20de%20gas%20o%20petroleo.pdf](http://www.partidocolorado.com.uy/adminpc2/media/files/bc4fe0e576d02ea_moratoria%20sobre%20proyectos%20de%20fractura%20hidraulica%20para%20obtencion%20de%20gas%20o%20petroleo.pdf)

Pérez Roig, D. (Primer semestre de 2012). Los hidrocarburos no convencionales en el escenario energético argentino. Recuperado 14 de enero del 2014 de la revista theomai: <http://revista-theomai.unq.edu.ar/NUMERO%2025/12PerezRoig.pdf>

Ramírez, J. (2008). El papel del gas natural en la expansión de la industria eléctrica en México. Recuperado el 16 de Octubre del 2013 de la Facultad de Economía. Universidad Nacional Autónoma de México: <http://www.economia.unam.mx/publicaciones/econinforma/pdfs/354/06jaime.pdf>

Sánchez, F. (2005). La volatilidad en los precios del petróleo y su impacto en América Latina. From División de Recursos Naturales e Infraestructura, CEPAL- Naciones Unidas. Recuperado el 12 de febrero del 2013: <http://www.eclac.org/publicaciones/xml/9/22669/lcl2389e.pdf>

SENER. (2012). Prospectiva del mercado de gas natural 2012- 2026. Secretaría de Energía, Gobierno Federal Mexicano. Recuperado el 20 de Octubre 2013 from: http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/PGN_2012_2026.pdf

Simón Gómez, J. L. (2012). Formulación de oposición a la solicitud de permiso de investigación de hidrocarburos "aristóteles-número 001". Recuperado el 14 de noviembre del 2013 de [mirovalia.com:](http://mirovalia.com/files/docs/noticias/18444/alegaciones_fracking.pdf) http://mirovalia.com/files/docs/noticias/18444/alegaciones_fracking.pdf

UNESCO (2014) Agua y energía, datos y estadísticas. Recuperado el 1 de septiembre del 2014 en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002269/226961s.pdf>

UNESCO (2014) Agua y energía, Informe de Naciones Unidas sobre los recursos hídricos del Mundo. Recuperado el 29 de agosto en: unesdoc.unesco.org/images/0022/002269/226962s.pdf

UNESCO (2014) The United Nations World Water Development Report, Water and Energy, volume 1 Recuperado el día 26 de agosto del 2014 en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002257/225741E.pdf>

Urresti A., & Marcellesi F. (2012) Fracking: una fractura que pasara factura. Ecología Política, España. Recuperado el 15 de febrero del 2013 en: <http://florentmarcellesi.eu/2012/09/16/fracking-una-fractura-que-pasara-factura/>.

Wethe, D. (2012). Super fracking. Revista digital Bloomberg Businessweek. Recuperado el 13 de febrero del 2013 en: <http://www.businessweek.com/magazine/like-fracking-youll-love-super-fracking-01192012.html> .

