



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO  
FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y SOCIALES**

**ANÁLISIS DEL FRACKING 2008 - 2020**

**TESINA**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADA EN RELACIONES INTERNACIONALES**

**PRESENTA:  
CAROLINA CECILIA GARCÍA LÓPEZ**

**TUTOR-ROSÍO VARGAS SUÁREZ**



**CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX. 2023**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Índice

### Introducción

Capítulo 1. Marco teórico conceptual .....	1
1.1 El institucionalismo neoliberal .....	1
1.2 El modelo del actor racional .....	4
1.3 Los recursos no convencionales en la extracción de fósiles .....	8
Capítulo 2. La producción de gas shale en el mundo a partir del uso del fracking .....	13
2.1 Historia del fracking .....	13
2.2 Estados Unidos precursor del fracking .....	14
Capítulo 3. Situación actual del fracking en el mundo .....	21
3.1 China .....	23
3.2 Argentina .....	27
3.3 Argelia .....	30
3.4 Canadá .....	34
3.5 México .....	40
3.6 Australia .....	47
3.7 Sudáfrica .....	51
3.8 Rusia .....	54
3.9 Brasil .....	56
Capítulo 4. Otros países .....	58
Capítulo 5. Los efectos del fracking en el medio ambiente y la salud .....	60
Conclusión .....	63
Glosario .....	65
Fuentes de consulta .....	66

### **Índice de gráficas:**

Gráfica 1. Formas de extracción de gas natural	10
Gráfica 2. Diagrama esquemático de un pozo de shale gas, ilustrando la técnica del fracking y la infraestructura asociada	10

### **Índice de Mapas:**

Mapa 1. Evaluación de los recursos de gas shale en el mundo	12
Mapa 2. Distribución de los yacimientos de gas shale en China	24
Mapa 3. Las cuencas de gas shale en Argentina	27
Mapa 4. Las cuencas de gas shale en Argelia	30
Mapa 5. Cuencas seleccionadas de petróleo y gas shale del Oeste de Canadá	34
Mapa 6. Las cuencas de gas y petróleo shale de las cuencas del Este de México	40
Mapa 7. Estado de las áreas de licitación en el Plan Quinquenal a 2019	43
Mapa 8. Las cuencas de gas shale en Australia	47
Mapa 9. Las cuencas de gas shale en Sudáfrica	51
Mapa 10. Las cuencas de gas shale en Rusia	54
Mapa 11. Las cuencas de gas shale en Brasil	56

### **Índice de Tablas:**

Tabla 1. Recursos de gas y petróleo shale de Canadá	35
Tabla 2. Información sobre las Rondas a 2019	44

## Introducción.

El entorno internacional en materia energética se ha caracterizado en los últimos años por la declinación de los yacimientos de gas y petróleo convencional y el crecimiento de la demanda energética. Dicha situación, ha generado las condiciones propicias para fortalecer el mercado de hidrocarburos no convencionales. La utilización de recursos no convencionales para la extracción de gas en el mundo comienza en los años ochenta y noventa del siglo XX por parte de Estados Unidos. Posteriormente, su tecnología, su marco legal y su ámbito fiscal le permiten lograr su seguridad energética reduciendo las importaciones de gas y petróleo en los últimos años.

La extracción de gas por métodos no convencionales no ha tenido el mismo éxito fuera de los Estados Unidos. En el informe de la Administración de Información de Energía de los Estados Unidos (EIA por sus siglas en inglés) “Recursos técnicamente recuperables de petróleo y gas shale: una evaluación de 137 formaciones de shale en 41 países fuera de los Estados Unidos” del año 2013 se presentan los 10 principales países con recursos de gas shale técnicamente recuperables en billones de pies cúbicos. El objetivo de esta investigación es analizar esos países y conocer el estado actual de su explotación de gas por el método del fracking.

De igual forma, se pretende mostrar que esta técnica de extracción no puede utilizarse de la misma manera que en Estados Unidos en otros países porque en la mayoría se encuentra una opinión negativa hacia este por diversas razones. ¿Por qué no todos los países han sido exitosos con el desarrollo de la fracturación hidráulica, al igual que los Estados Unidos? ¿Cuáles son los factores que han permitido el éxito de la fracturación hidráulica en los Estados Unidos?

Para abordar el tema e indagar sobre la explotación de shale gas en los 10 países que menciona el informe de la EIA se utilizaron fuentes de información como artículos de investigadores, noticias, libros, reportes de asociaciones en contra del fracking, e informes oficiales de los respectivos gobiernos. Además, la mayoría de estas fuentes se encontraron en el idioma inglés por lo que, si bien la búsqueda de información arroja una amplia documentación sobre el tema, traducirlo al español e intentar transmitir la idea original tuvo un grado de dificultad por el vocabulario que no es de uso diario y por ser un tema que se relaciona a otro campo distinto de las Relaciones Internacionales como la Ingeniería; se debe intentar comprender y aprender nuevos conocimientos.

## 1. Marco teórico conceptual

### 1.1 El institucionalismo neoliberal

El institucionalismo neoliberal retiene del realismo la noción de los Estados como los actores principales del sistema internacional y la anarquía del sistema como una influencia indiscutible en la conducta de los Estados, entes racionales y unitarios.<sup>1</sup> A pesar de considerar a los Estados los actores principales del sistema internacional, no se descarta la existencia de otros canales de interacción. En los actores no gubernamentales también se puede encontrar explicaciones sobre la política internacional.

De acuerdo con Robert O. Keohane las acciones dependen, considerablemente, de los acuerdos institucionales prevalecientes, los cuales afectan:

- el flujo de información y las oportunidades de negociar;
- la capacidad de los gobiernos para controlar la sumisión de los demás y para poner en práctica sus propios compromisos; de allí su capacidad para tomar, en primer término, compromisos creíbles; y
- las expectativas prevalecientes acerca de la solidez de los acuerdos internacionales.<sup>2</sup>

Los institucionalistas neoliberales afirman que la capacidad de los Estados para comunicarse y cooperar depende de las instituciones hechas por el hombre, que varían históricamente y según los temas, en naturaleza (respecto de las políticas que incorporan) y en fuerza (en términos del grado hasta el cual sus reglas están claramente especificadas y son rutinariamente obedecidas). Los Estados están en el centro de la interpretación de la política mundial.<sup>3</sup>

La perspectiva del institucionalismo neoliberal se cuestiona el efecto de las instituciones en la acción del Estado y acerca de las causas del cambio institucional; supone que los Estados son

---

<sup>1</sup> Fernández de Castro, Rafael, "Perspectivas teóricas en los estudios de la relación México-Estados Unidos: el caso de la cooperación intergubernamental", p. 58, en formato electrónico: [https://www.jstor.org/stable/j.ctv3f8q79.4?refreqid=excelsior%3A568e0aab09bc19e5f4b9d7b28d676a6b&seq=1#metadata\\_info\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/j.ctv3f8q79.4?refreqid=excelsior%3A568e0aab09bc19e5f4b9d7b28d676a6b&seq=1#metadata_info_tab_contents) [consultado el día 20 de marzo de 2019].

<sup>2</sup> Keohane, Robert O., *Instituciones internacionales y poder estatal: ensayos sobre teoría de las relaciones internacionales*, Grupo Editor Latinoamericano, Buenos Aires, Argentina, 1993, p. 15.

<sup>3</sup> *Idem.*

agentes clave y examina las fuerzas materiales de la política mundial y el conocimiento de sí mismos que tienen los seres humanos. De igual forma contribuye a la explicación del sistema internacional sólo si dos condiciones clave se cumplen: a) los agentes deben tener intereses mutuos; es decir, obtener beneficios potenciales de su cooperación, y b) las variaciones en el grado de institucionalización ejercen efectos sustanciales en el comportamiento del Estado.<sup>4</sup>

Según Keohane los Estados tienen intereses mutuos y la institucionalización es una variable en la política mundial. Debido a estas condiciones, la cooperación es posible, pero depende en parte de los acuerdos institucionales. Las instituciones son definidas por el autor como “conjuntos de reglas (formales e informales) persistentes y conectadas, que prescriben papeles de conducta, restringen la actividad y configuran las expectativas”<sup>5</sup>. La institucionalización formal consiste en una serie de reglas que los gobiernos desarrollan con el propósito de normar las conductas; la institucionalización informal consiste en códigos y convenciones de conducta.<sup>6</sup>

Existen grados de institucionalización y éstos influyen de distinta manera en la conducta de los Estados, este supuesto es uno de los de mayor relevancia del institucionalismo neoliberal y Keohane considera que entre mayor sea el grado de institucionalización, las conductas de los Estados reflejarán en mayor medida las reglas establecidas, las normas y las convenciones. Existen tres tipos de instituciones internacionales: organizaciones formales intergubernamentales o transnacionales no gubernamentales, regímenes internacionales y convenciones.

Las primeras son las formas más desarrolladas de institucionalización internacional, consisten en organizaciones burocráticas con reglas específicas y tareas asignadas a individuos y grupos. Los regímenes internacionales se fundamentan en órdenes negociados entre los Estados que regulan las acciones de los actores internacionales en determinadas áreas o temas de las relaciones internacionales. Por último, las convenciones son las instituciones internacionales menos formalizadas, las cuales se componen de las reglas implícitas que influyen las conductas de los actores internacionales, como son las convenciones internacionales.<sup>7</sup>

---

<sup>4</sup> *Ibid.*, p. 16.

<sup>5</sup> *Idem.*

<sup>6</sup> Fernández de Castro, Rafael, *Op. Cit.*, p. 59.

<sup>7</sup> *Idem.*

Las convenciones son temporal y lógicamente previas a los regímenes u organizaciones internacionales formales por lo que no se debe limitar el marco de referencia de las instituciones internacionales sólo a estas. La institucionalización puede medirse en tres dimensiones:

- Comunidad. El grado en el cual las expectativas acerca de un comportamiento adecuado y de los entendimientos respecto a cómo interpretar las acciones son compartidos por los participantes en el sistema.
- Especificidad. El grado en el cual estas expectativas están claramente especificadas en forma de reglas.
- Autonomía. El nivel hasta el cual la institución puede alterar sus propias reglas más que confiar enteramente en agentes exteriores para que lo hagan.<sup>8</sup>

Los agentes de las relaciones internacionales, especialmente los Estados, están constituidos por el sistema internacional. De acuerdo con Alexander Wendt “los poderes causales del Estado...le son conferidos por las estructuras internas e internacionales en virtud de las cuales, ante todo, es un Estado”<sup>9</sup>. De esta manera, los actores públicos y privados son importantes en la toma de decisiones del Estado, ambos participan en la formulación de políticas y el sistema internacional también condiciona el comportamiento de este.

Los líderes de los Estados conceptualizan sus formas también con base en las instituciones de relaciones internacionales: los Estados no sólo forman el sistema internacional, igualmente se ven configurados por sus convenciones, especialmente por sus prácticas. Keohane señala que en las relaciones internacionales modernas la presión de los intereses internos y la de aquellos generados por la competitividad del sistema de los Estados ejercen efectos mucho más fuertes en la política estatal que las instituciones internacionales.<sup>10</sup>

El vínculo entre esta teoría y el caso analizado se presenta en cómo el actor Estado genera su política energética tomando en cuenta el sistema internacional. La racionalidad con la que actúa responde a intereses no sólo públicos sino también privados. Por otro lado, las instituciones

---

<sup>8</sup> Huntington, Samuel P, *Political Order in Changing Societies*, Yale University Press, Estados Unidos, 1968, p. 20.

<sup>9</sup> Keohane, Robert O., *Op. Cit.*, p. 21.

<sup>10</sup> *Idem.*



internacionales, en este caso la Administración de Información de Energía de los Estados Unidos (EIA por sus siglas en inglés), influye en la política energética mundial y en el comportamiento del Estado.

La estructura del desarrollo del fracking en el mundo cuenta con la participación de: las empresas promotoras del fracking, la academia, las organizaciones protectoras del medio ambiente, los Estados Unidos, entre otros. Así como factores geológicos que deben cumplir, recursos económicos suficientes, estudio de las zonas de extracción, desarrollo tecnológico, disponibilidad de acceso al agua y demás que influyen sobre la decisión que el Estado toma como único creador de su política energética. Sin embargo, para ampliar la comprensión y el análisis es necesario utilizar una teoría más: la teoría del actor racional.

### *1.2 El modelo del actor racional (El actor Estado en el desarrollo de la política energética)*

Dentro de las decisiones que se toman en el sector energético, se ven reflejados intereses que representan tanto al sector público como al privado. Los actores entendidos como ciudadanos, élites, líderes, Estados, Organizaciones no gubernamentales, Organizaciones gubernamentales internacionales, Empresas multinacionales, entre otros, realizan acciones en el ambiente en el que se desarrollan con base en objetivos previamente establecidos. Es decir, las acciones son el comportamiento que el actor hace con un propósito. Las decisiones estarán relacionadas con los objetivos y el actor puede ajustar las conductas para lograr su cometido.

El modelo del actor racional es uno de los principales enfoques del estudio de la posguerra en las Relaciones Internacionales. Se espera que el modelo del actor racional sea capaz de identificar alternativas, las consecuencias de estas, y de seleccionar estas alternativas en un esfuerzo para maximizar la satisfacción. En este contexto, la toma de decisiones será capaz de acceder a un conjunto de objetivos y metas.<sup>11</sup> La elección óptima por parte del actor será la que responda a las preferencias, los valores y que exista la certeza de la información con la que se cuenta.

---

<sup>11</sup> Mintz, Alex *et al.*, *Understanding Foreign Policy Decision Making*. Cambridge University Press, Estados Unidos, 2010, p. 57.

Allison Graham define la racionalidad como la opción consistente y que maximice el valor, dentro de las restricciones especificadas.<sup>12</sup> Es decir, el actor encargado de la toma de decisión escogerá la alternativa que otorgue la consecuencia con mayor preferencia. Este modelo ha existido por varias décadas para explicar decisiones y acciones en la Política Exterior (Schelling 1961; Russet 1967; Brams 1975; Zagare 1977; Altfeld y Bueno de Mesquita 1979; Wittman 1979, Powell 1987). Así, la unidad de análisis es la acción que realiza el actor, la elección que maximice los objetivos será la decisión más favorable.

Graham en su libro “La esencia de la decisión: análisis de la crisis de los misiles en Cuba”, realiza un análisis de la toma de decisiones cuando interviene el poder. A través de sus tres modelos: el actor racional, el burocrático y el organizacional, busca mostrar los supuestos implícitos que preceden a una decisión específica, y descubrir las diferentes interpretaciones, basadas en distintos niveles de análisis que pueden surgir de una misma situación.<sup>13</sup>

De acuerdo con el estudio de caso de la presente investigación se procederá a la explicación del primer modelo: el actor racional. Allison considera que ha sido el más utilizado por los teóricos clásicos (desde Morgenthau hasta Schelling) y sus principales características serían las siguientes:

- Las elecciones políticas se ven como actos deliberados, es decir, racionales, de gobiernos unificados (que actúan de forma unitaria), ya que la conducta gubernamental puede entenderse en forma análoga a los actos inteligentes y coordinados de los seres humanos.
- La racionalidad implica que cada agente es capaz de discernir los objetivos, las alternativas y las consecuencias (en términos de costos – beneficios) probables de cada elección antes de tomar la decisión. A su vez, dicho cálculo se sustenta en un sistema de valores explícito e internamente consistente.
- Los planes procuran analizar los intereses estratégicos de otros Estados y la forma de afectar sus estimaciones de las consecuencias de las acciones.

---

<sup>12</sup> *Idem.*

<sup>13</sup> Bocardo, Ana Bárbara, “Análisis de la crisis actual del Mercosur desde la teoría de la decisión. Una aplicación práctica de los Modelos de Toma de Decisión de Graham Allison”, *Revista STUDIA POLITICÆ*, Facultad de Ciencia Política y Relaciones Internacionales, de la Universidad Católica de Córdoba, n. 7, p. 44, primavera/verano 2005-2006, en formato electrónico: <http://revistas.bibdigital.uccor.edu.ar/index.php/Prueba2/article/viewFile/598/669> [consultado el día 12 de octubre de 2018].

– Se intenta explicar los acontecimientos internacionales a través del recuento de los propósitos y cálculos de naciones o gobiernos.<sup>14</sup>

Los elementos básicos del marco analítico que se propone son los siguientes:<sup>15</sup>

- Actor racional: Es el Estado. El actor racional es el tomador de decisiones, debe identificar un objetivo y moverse con la intención de alcanzarlo.
- Problema: La respuesta a este será la acción elegida.
- Acción como elección racional: Los actores evidenciarán preferencias consistentes, pueden clasificar las preferencias y relacionarlas con la meta. Con base en información, se deben identificar las alternativas; considerando costos y beneficios y las probabilidades del éxito. La elección se dirigirá a la maximización de los valores. Es decir, a la que proporcione mayor cantidad de beneficios.

De esta forma, el modelo del actor racional permite analizar la situación actual del fracking a nivel internacional. El actor Estado es el responsable de garantizar las ganancias de los privados nacionales y transnacionales, quienes se encargan de llevar a cabo el desarrollo del fracking; mediante la estructura interna de cada uno, factores para su desarrollo, y otros actores, participan en la toma de decisiones que se refleja en el Estado como tomador único de estas. Él mismo también será quien actúe para frenar su uso e impedir su desarrollo.

El actor racional (el Estado) responde a los intereses que las políticas gubernamentales prescriben principalmente, y a otras como la seguridad energética, las empresas especializadas en fracking, las licitaciones, los Estados Unidos como principal país promotor del uso del fracking, cubrir demanda del mercado, el cuidado al medio ambiente, daños a la salud, participación de otros actores internamente, entre otras más.

La circunstancia anterior se explica a través de la situación actual de la extracción de gas en el mundo, la producción de recursos no convencionales específicamente. En la obtención de gas shale se utiliza un método de extracción conocido como fracking que tiene su origen en Estados Unidos. Actualmente, algunos países lo implementan para la obtención de gas natural, y en

---

<sup>14</sup> *Idem.*

<sup>15</sup> Allison, Graham T. *Essence of decision. Explaining the Cuban Missile Crisis*. Estados Unidos: Librería del Congreso, 1971, pp. 32-33.

algunos casos, se ha visto suspendido su desarrollo por los efectos que tiene en el medio ambiente, la salud, y los costos que conlleva. Debido a esto, las causas para optar o no por el fracking varían dependiendo del país.

En los puntos a favor se encuentra la seguridad energética que algunos países buscan, como es el caso de Estados Unidos. El fracking reduce la emisión de dióxido de carbono como un supuesto, lo que se ve como alternativa. Además, estos desarrollos se han implementado por la escasez de los recursos convencionales. Sin embargo, en oposición, se tiene daños al medio ambiente, utilización de miles de litros de agua, contaminación de mantos acuíferos con químicos utilizados, sismos, y emisión de contaminantes que producen enfermedades.

La elección de un país para el desarrollo del fracking o no se explica a través de la toma de decisiones del Estado o los Estados que participan en el sector energético mundial. Es a través de las acciones que el actor racional se desenvuelve dentro de los Marcos Institucionales existentes. Asimismo, los resultados de la toma de decisiones responderán a los intereses que otros actores tengan y su influencia en las mismas y al objetivo preestablecido.

El gas shale es un hidrocarburo no convencional; está almacenado en la roca madre que se generó, es decir, la roca madre es la roca reservorio también. Al ser un tipo de roca poco porosa y permeable, es necesario estimular la extracción; las técnicas de fracturación más comunes son la perforación horizontal y la fractura hidráulica (fracking). La fractura hidráulica, consiste en bombear un fluido, ya sea un gas o un líquido, con un agente de apuntalamiento (usualmente cerámica ó arena) a lo largo de un pozo a una presión elevada para abrir y extender las fracturas.

En este escenario mundial de la búsqueda de hidrocarburos, específicamente de gas shale, se encuentra a 10 países que cuentan con la mayor cantidad de reservas de ese recurso, países que dependen de los hidrocarburos para generar su energía y como fuente de recursos económicos. Dentro de los 10 países la explotación de shale gas mediante el fracking responde a intereses por parte de actores gubernamentales y no gubernamentales. Se encuentran convergencias y divergencias en las preferencias de estos para lograr un objetivo establecido y con base en las formas de conducción y los marcos jurídicos asentados derivarán en relaciones de poder que permitan alcanzar el objetivo.

Los actores antes mencionados y las instituciones que participan en el sector energético mundial son elementos clave para comprender el desarrollo del fracking en el mundo. De igual manera, los resultados obtenidos en esta área responden a las instituciones y las relaciones de poder dentro de este campo.

### *1.3 Los recursos no convencionales en la extracción de fósiles*

Los hidrocarburos convencionales son los que se encuentran albergados en una roca almacén o reservorio porosa y permeable, de la que son capaces de fluir hasta la superficie cuando se perfora dicho reservorio. En un reservorio convencional el hidrocarburo se encuentra almacenado en los poros, en los espacios abiertos de la roca. Estas rocas almacén, porosas y permeables, son adjetivadas como reservorios convencionales.<sup>16</sup> El petróleo y el gas han sido fuente importante de energía durante los últimos dos siglos. Debido a esto, el petróleo y gas convencionales ya no son tan abundantes y se recurre a técnicas diferentes de extracción para la obtención de hidrocarburos no convencionales.

Por definición, los hidrocarburos no convencionales comprenden los recursos de petróleo y gas atrapados en cualquier yacimiento "no convencional" y abarcan los hidratos de gas, las arenas bituminosas, el gas de esquisto ó shale gas, el petróleo de esquisto ó shale oil, el coal bed methane y el denominado "tight gas y tight oil". Sin embargo, en general, el término "hidrocarburos no convencionales" ha llegado a significar los recursos de esquisto (gas de esquisto ó shale gas y aceite de esquisto ó shale oil),<sup>17</sup> ambos están almacenados en la roca madre que se generaron, es decir, la roca madre es la roca reservorio también.

Al ser un tipo de roca poco porosa y permeable, es necesario estimular la extracción a través de técnicas de fracturación como lo son la perforación horizontal y la fractura hidráulica o fracking. La perforación horizontal, implica primero la perforación vertical de un pozo hasta una profundidad

---

<sup>16</sup> García, Portero, Juan, "*Hidrocarburos no convencionales (I) Conceptos básicos, historia, potencialidad y situación actual*", *Revista Tierra y Tecnología*, Ilustre Colegio Oficial de Geólogos, n. 41, pp. 28-29, Primer Semestre de 2012, en formato electrónico: <http://www.icog.es/TyT/index.php/2013/02/hidrocarburos-no-convencionales-i/> [consultado el día 12 de julio de 2017].

<sup>17</sup> Scotchman, Iain C., *Proceedings of the Geologists' Association*, "Shale gas and fracking: exploration for unconventional hydrocarbons", ELSEVIER, Volumen 127, 2016, p. 536.

determinada por la capa de esquisto. El pozo se perfora horizontalmente a una longitud seleccionada, que podría extenderse hasta los 2500 m., para alcanzar el estrato deseado. Posteriormente, se coloca la tubería en el pozo y una pistola perforadora se utiliza para crear agujeros que permitan conectar la formación rocosa al pozo.<sup>18</sup>

La fractura hidráulica o fracking, consiste en bombear un fluido, ya sea un gas o un líquido, con un agente de apuntalamiento (usualmente cerámica o arena) a lo largo de un pozo a una presión elevada para abrir y extender las fracturas. La mezcla de fluido llena las fracturas y las mantiene abiertas, al disminuir la presión, éste fluye hacia la superficie junto con el gas o el líquido y otras sustancias presentes en la roca como metales pesados y radioactivos.<sup>19</sup> Aproximadamente el 98% del fluido inyectado es agua y el agente de apuntalamiento, el otro 2% son productos químicos que sirven para lograr una distribución homogénea del agente de apuntalamiento, facilitar el retroceso del fluido, inhibir la corrosión, limpiar los orificios y tubos y como antioxidante, biocida/bactericida.<sup>20</sup>

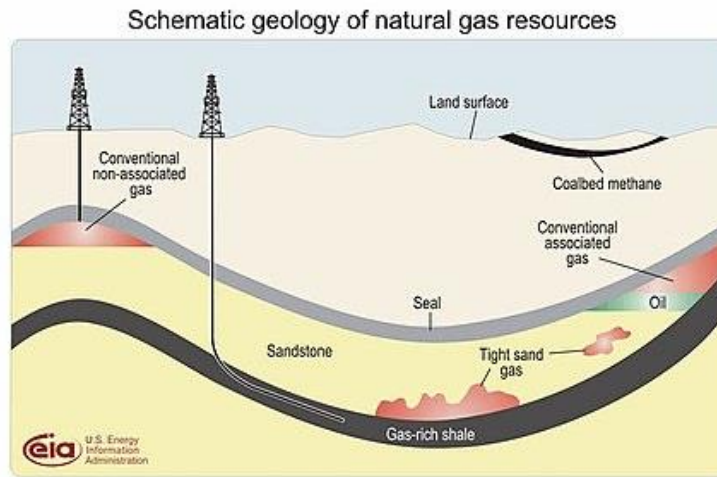
---

<sup>18</sup> Canadian Society for Unconventional Gas, "Understanding Shale Gas in Canada", p. 10, en formato electrónico: [http://www.csur.com/sites/default/files/shale\\_gas\\_English\\_Web.pdf](http://www.csur.com/sites/default/files/shale_gas_English_Web.pdf) [consultado el día 3 de octubre de 2016].

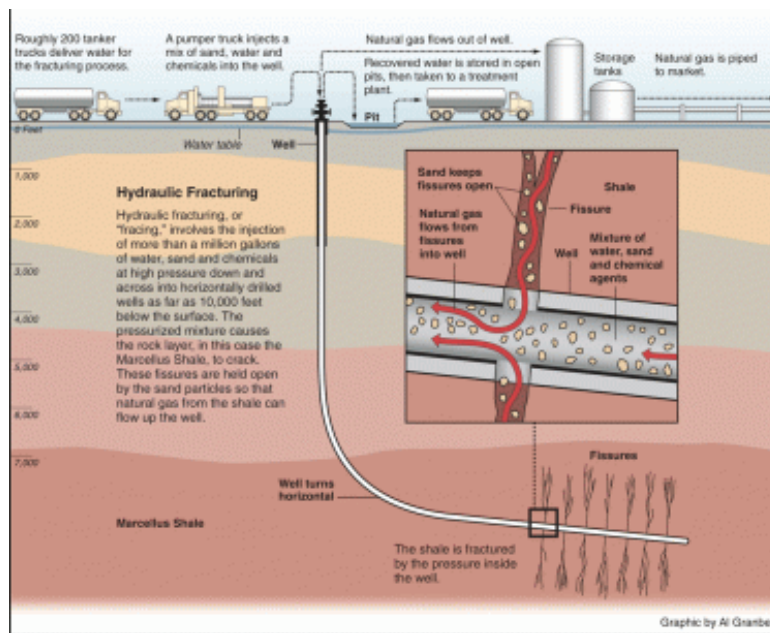
<sup>19</sup> *Idem*.

<sup>20</sup> Asamblea contra la Fractura Hidráulica Burgos, "La extracción de Gas No Convencional y la Fractura Hidráulica Permisos en Burgos", p. 7, en formato electrónico: <http://www.comimsa.com.mx/cit/data/GasShale/6La%20extracci%C3%B3n%20de%20Gas%20No%20Convencional.pdf> [consultado el día 3 de octubre de 2016].

Gráfica 1. Formas de extracción de gas natural.<sup>21</sup>



Gráfica 2. Diagrama esquemático de un pozo de shale gas, ilustrando la técnica del fracking y la infraestructura asociada.<sup>22</sup>



<sup>21</sup> U.S. Energy Information Administration, "The geology of natural gas resources", en formato electrónico: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=110> [consultado el día 3 de octubre de 2016].

<sup>22</sup> U.S. Energy Information Administration, "Shale Gas and the Outlook for U.S. Natural Gas Markets and Global Gas Resources", p. 4, en formato electrónico: [https://www.eia.gov/pressroom/presentations/newell\\_06212011.pdf](https://www.eia.gov/pressroom/presentations/newell_06212011.pdf) [consultado el día 3 de octubre de 2016].

Los recursos no convencionales tienden a ser más caros de desarrollar y requieren tecnologías especiales para la producción del gas.<sup>23</sup> La fracturación hidráulica ha sido utilizada principalmente por Estados Unidos, Canadá y México. América del Norte representa dos tercios del aumento en la oferta global de producción de gas shale. En 2040 el gas no convencional significará cerca de una tercera parte de la producción mundial.<sup>24</sup>

Con base en los datos de la U.S. Energy Information Administration, los estimados de los recursos recuperables de gas shale en Canadá, México y Estados Unidos suman 1740.6 tcf de un total de 7576.6 tcf que hay en el mundo.<sup>25</sup> Esta cifra, representa el 22.9 % sólo en la región de América del Norte. De igual forma, esta región es la que más ha desarrollado la extracción de este hidrocarburo, lo anterior se debe a algunos factores como: el desarrollo tecnológico para la actividad del fracking, características geológicas favorables, información y evaluación de los recursos, infraestructura adecuada, disponibilidad de acceso al agua, industria competitiva, marco legal adecuado, y apoyo por parte del gobierno.

---

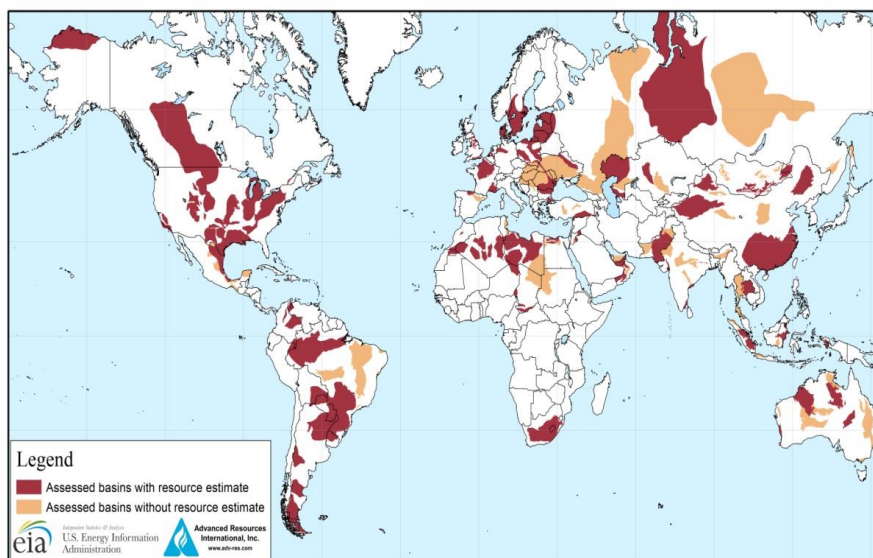
<sup>23</sup> Canadian Society for Unconventional Gas, "Understanding Hydraulic Fracturing", p. 2, en formato electrónico: [https://www.csur.com/sites/default/files/Hydr\\_Frac\\_FINAL\\_CSUR.pdf](https://www.csur.com/sites/default/files/Hydr_Frac_FINAL_CSUR.pdf) [consultado el día 12 de julio de 2017].

<sup>24</sup> Vargas, Rosío, "Perspectivas para el Shale Gas", *Petroquímex - La Revista de la Industria Energética*, Edición 80: Marzo-Abril 2016, pp. 61-64, en formato electrónico: <https://petroquimex.com/PDF/MarAbr16/La-Revolucion-de-Shale.pdf> [consultado el día 3 de junio de 2018].

<sup>25</sup> U.S. Energy Information Administration, World Shale Resource Assessments, en formato electrónico: <https://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/> [consultado el día 12 de octubre de 2018].



Mapa 1. Evaluación de los recursos de gas shale en el mundo <sup>26</sup>



El desarrollo de la exploración y explotación de gas shale, no ocurre de la misma manera en otras regiones del mundo. Existen una variedad de factores que no sólo se reducen a la preocupación por el medio ambiente y la salud; la falta de actividades de perforación, el desarrollo de infraestructura, las licencias limitadas y, el lento desarrollo de los marcos regulatorios también son factores importantes.<sup>27</sup> La posibilidad de este tipo de extracción es un tema que causa controversia, por un lado, se encuentran los intereses de empresas y gobiernos y, por el otro, están las organizaciones en contra del fracking y las alternativas de energías limpias.

<sup>26</sup> *Idem.*

<sup>27</sup> Scotchman, Iain C., Proceedings of the Geologists' Association, "Shale gas and fracking: exploration for unconventional hydrocarbons", ELSEVIER, Volumen 127, 2016, p. 535.

## 2. La producción de gas shale en el mundo a partir del uso del fracking

### 2.1 Historia del fracking

La extracción de gas por medio de recursos no convencionales se originó en Estados Unidos. La primera explotación aconteció en 1821, proveniente de una lutita del Devónico, el gas que se producía se empleó para iluminar la ciudad de Fredonia en Nueva York.<sup>28</sup> A finales del siglo XIX, la fuente de gas shale en Heathfield, Sussex, iluminó la estación del tren. Las rocas shale cargadas con gas fueron reconocidas después por los primeros perforadores de pozos petroleros de Estados Unidos como un peligro potencial debido a que provocaban explosiones fatales e incendios. Estos recursos shale, generalmente de edad paleozoica, fueron encontrados frecuentemente durante la perforación de reservorios de petróleo y gas convencionales desde Pensilvania y el suroeste de Ohio hasta Texas, obligando a los perforadores a esperar varios días para la desgasificación.<sup>29</sup>

Posteriormente, en la década de los años ochenta y noventa del siglo XX, las compañías de exploración-producción de Estados Unidos descubrieron que era posible producir gas comercialmente a partir de una roca madre (una shale). Esto sucedió en la cuenca de Forth Worth en Texas. Las empresas Mitchel Energy & Development Company descubrieron que la manera de realizarlo era:<sup>30</sup>

- Creando permeabilidad artificial en la roca mediante fracturación a gran escala, incrementando su permeabilidad natural. El método de fracturación empleado fue la fracturación hidráulica (fracking).
- Perforando pozos horizontales con objeto de discurrir dentro de la formación.

---

<sup>28</sup> Union of Concerned Scientists, Shale Gas and Other Unconventional Sources of Natural Gas, en formato electrónico: <https://www.ucsusa.org/clean-energy/coal-and-other-fossil-fuels/shale-gas-unconventional-sources-natural-gas#.W9pDVJNKjIU> [consultado el día 11 de octubre de 2018].

<sup>29</sup> Scotchman, Iain C., Proceedings of the Geologists' Association, "Shale gas and fracking: exploration for unconventional hydrocarbons", ELSEVIER, Volumen 127, 2016, p. 537.

<sup>30</sup> García, Portero Juan, "Hidrocarburos no convencionales (I) Conceptos básicos, historia, potencialidad y situación actual", Revista Tierra y Tecnología, Ilustre Colegio Oficial de Geólogos, n. 41, p. 30, Primer Semestre de 2012, en formato electrónico: <http://www.icog.es/TyT/index.php/2013/02/hidrocarburos-no-convencionales-i/> [consultado el día 12 de julio de 2017].

Este descubrimiento propició que las compañías estadounidenses de exploración-producción identificaran otros objetivos potenciales no convencionales en Estados Unidos y así obtener un aumento de volúmenes de gas producidos. Después del éxito obtenido en la formación geológica de Barnett Shale le siguieron: Fayetteville, Haynesville, Marcellus, Woodford, Antrim, New Albany, Lewis, entre otros.<sup>31</sup> Este aumento en la producción ha tenido dos importantes consecuencias: los precios de gas natural han experimentado un descenso significativo en el país mencionado: alrededor de 3 USD/millón de BTU y al desacople de los precios del gas natural con respecto a los del petróleo.<sup>32</sup>

## *2.2 Estados Unidos precursor del fracking*

Al animarse el interés de explorar alternativas energéticas, se buscaba fortalecer el suministro de energía nacional y evitar la escasez derivada de la dependencia de suministro de energía por parte del extranjero. Tomando en consideración al fracking como fuente de energía, una vez que el apoyo a la investigación y el desarrollo tecnológico del gobierno pasó y fue refinado por las empresas privadas, factores estructurales como la experiencia y la infraestructura de una industria de gas madura, condiciones competitivas de libre mercado, y un marco institucional que brindaba certeza reguladora convergían con la dinámica transitoria del mercado y los altos precios para hacer que la producción fuera económica y permitiera que el gas shale floreciera en la década del 2000.<sup>33</sup>

Gracias al desarrollo de la tecnología, la regulación necesaria y el ámbito fiscal, Estados Unidos intenta lograr la seguridad e independencia energética. El aumento en la producción de gas no convencional condujo a una caída en las importaciones y a colocarse a nivel internacional como uno de los mayores productores de gas y petróleo (11.27 MMb/d en febrero de 2018) en el

---

<sup>31</sup> García, Portero Juan, *Op.Cit.*, p. 30.

<sup>32</sup> *Idem.*

<sup>33</sup> Lozano, Maya Juan Roberto, "The United States experience as a reference of success for shale gas development: The case of Mexico", Periódico Energy Policy, Volumen 62, noviembre 2013, p. 72, en formato electrónico: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421513007313> [consultado el día 17 de junio de 2017].

mundo, con Arabia Saudita (11.59 MMb/d en febrero de 2018) y Rusia (10.05 MMb/d en febrero de 2018)<sup>34</sup>.

Después de la crisis económica de 2008 hubo una caída en la demanda de gas a nivel mundial. Estados Unidos de pronto no tenía necesidad de comprar gas natural licuado (GNL) en un momento en que abundaban los suministros. Lo anterior produjo un exceso de gas donde había más en los mercados del que se necesitaba y los precios de este bajaron por consecuencia en Estados Unidos y Europa. Desde 2010, la demanda global se ha recuperado sustancialmente.<sup>35</sup> El éxito que ha tenido Estados Unidos ha sido ejemplo para otros países que buscan la independencia energética. Sin embargo, los elementos que le han permitido este desarrollo son diferentes. Con base en la opinión de la Agencia Internacional de Energía y de Juan Roberto Lozano los factores del éxito para la producción de gas no convencional son los siguientes:<sup>36</sup>

- Características geológicas favorables: madurez térmica, espesor de la roca, características apropiadas de carbono orgánico total, porosidad, profundidad y presión.
- Información geológica precisa: disponibilidad de evaluaciones de recursos, conocimiento geológico, mapeo de los plays prospectivos con mayor precisión para encontrar fácilmente los "puntos óptimos".
- Experiencia tecnológica: el desarrollo y la aplicación de la perforación direccional en shale, la fracturación hidráulica masiva y mapeo 3D microsísmico de los depósitos.
- Amplia infraestructura: infraestructura disponible.
- Servicios auxiliares y servicios de apoyo bien desarrollados: la existencia de una sólida industria de servicios y equipos en campos petroleros.
- Uso del agua: disponibilidad de agua.
- Económico: las capacidades de una industria competitiva.
- Estructura del mercado competitivo: industria de gas flexible y competitiva.

---

<sup>34</sup> Grupo Argentino de Proveedores Petroleros, Ranking: Cuáles son los principales productores de petróleo en América Latina. Top ten mundial, en formato electrónico: <http://www.gapp-oil.com.ar/foro/internacionales/ranking-cuales-son-los-principales-productores-de-petroleo-en-america-latina-top-ten-mundial/> [consultado el día 12 de octubre de 2018].

<sup>35</sup> IEA, Natural gas, en formato electrónico: <https://www.iea.org/about/faqs/naturalgas/> [consultado el día 21 de marzo de 2018].

<sup>36</sup> Lozano, *Op. Cit.*, p. 72.

- Fijación de precios competitivos: precios desregulados y promoción de una transmisión más eficiente de información entre productores y clientes.
- Economía de la producción: el gas shale es rentable sólo por encima de ciertos niveles de precios.
- Institucional: un régimen de tierras que extiende la propiedad privada a los recursos en el subsuelo. Un marco regulatorio bien establecido y el apoyo gubernamental.
- Derechos de propiedad de la tierra y el subsuelo: la propiedad privada de la tierra es extensiva al mineral e hidrocarburos depositados en el subsuelo, lo que permite a los propietarios arrendar o vender sus tierras directamente a los productores.
- Marco regulatorio estable: los acuerdos institucionales vigentes han permitido que el marco regulatorio se adapte a los contextos locales, creando condiciones adecuadas para el desarrollo del gas shale.
- Apoyo gubernamental: participación del gobierno durante décadas mediante apoyo económico: financiero y bancario, fomentando el desarrollo tecnológico necesario e incentivando a los productores cuando el gas shale no era factible de producir.

Con respecto al punto anterior, hay que resaltar que existe una falta de información sobre a quién y cómo ha beneficiado más los subsidios del gobierno. Peter Erickson del Instituto del Medio Ambiente de Estocolmo (SEI, por sus siglas en inglés), comenta que ni las propias empresas ni el gobierno de los Estados Unidos proporcionan información sobre qué empresas, tipos de perforación de gas y petróleo, o las regiones del país se han beneficiado más de los subsidios.<sup>37</sup> El apoyo financiero y bancario a la fracturación hidráulica es un factor clave para su desarrollo; el procedimiento es caro y su producción no alcanza a cubrir sus costos.

Los factores que han permitido a Estados Unidos el desarrollo del fracking para la producción de gas son diferentes. Por lo tanto, otro país que desee obtener la independencia y seguridad energética tendría que asegurarse de contar con los elementos mencionados y el desarrollo tecnológico para efectuar la producción y no dejar de lado los costos y las consecuencias que

---

<sup>37</sup> Erickson, Peter, "Federal subsidies boosted US shale oil and gas profits by billions of dollars, study finds", en formato electrónico: <https://www.sei.org/about-sei/press-room/subsidies-shale-oil-and-gas-profits/> [consultado el día 24 de febrero de 2022].

conlleva. Por otra parte, si las condiciones son diferentes o carecen de elementos antes mencionados se tendría que ajustar un proyecto a las necesidades o características del lugar.

En ocasiones, la falta de información sobre las posibilidades del método de extracción de fracking en otros países puede terminar siendo un fracaso por el costo que este genera en materia económica, ambiental y social. Debido a esto, es necesario analizar de manera general qué países realizan fracking en el mundo para la extracción de recursos y conocer cuáles son los elementos con los que cuentan para llevarlo a cabo. Además, examinar la racionalidad con la que actúan permitirá comprender si el uso del fracking está generando un cambio en la extracción de recursos alrededor del mundo o no.

Los factores geopolíticos desempeñan también un rol; como las sanciones internacionales, los conflictos regionales, el malestar local y las luchas internas burocráticas, crean barreras a la inversión y las actividades de exploración/desarrollo. En varios países ricos en recursos, importantes movimientos sociales violentos y no violentos están aumentando los costos de la inversión interrumpiendo la exploración y la producción, y en general interfiriendo con el flujo de productos primarios.<sup>38</sup>

La participación de Estados Unidos en la promoción del fracking alrededor del mundo es visto como un proyecto geopolítico que busca su reposicionamiento a nivel internacional mediante su política y seguridad energética. En la opinión de los investigadores Rosío Vargas y John Deutch, Estados Unidos intenta debilitar las finanzas y la economía de países dependientes de los ingresos petroleros: Rusia, Venezuela, Irán, Irak y otros países de la OPEP.<sup>39</sup> Por otro lado, si Estados Unidos logra la autosuficiencia energética y pueden exportar gas shale al extranjero, sus aliados en Europa tendrán una menor dependencia de los países de la OPEP para el suministro de petróleo.<sup>40</sup>

---

<sup>38</sup> Jaffe, Amy Myers, "The status of World oil reserves: Conventional and unconventional resources in the future supply mix", en formato electrónico: <https://www.bakerinstitute.org/media/files/Research/15260210/EF-pub-WorldOilReserves-101911.pdf> [consultado el día 17 de junio de 2017].

<sup>39</sup> Vargas, Rosío, "Geopolítica del shale gas y el tight oil en Norteamérica", p. 427, en formato electrónico: <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/9/4059/24.pdf> [consultado el día 23 de marzo de 2019].

<sup>40</sup> PennState, Conference: Global Implications of U.S. Self-Sufficiency in Oil and Gas, en formato electrónico: <https://www.smeal.psu.edu/cgbs/events/conference-global-implications-of-u-s-self-sufficiency-in-oil-and-gas> [consultado el día 23 de marzo de 2019].

Rusia juega un papel importante en el interés de Estados Unidos en promover el fracking en otros países. Al expandir este método y aumentar la producción de gas y petróleo se disminuye la dependencia energética en Rusia de los países de Europa del Este.<sup>41</sup> Sin embargo, Estados Unidos ha acusado a este país de fomentar protestas anti fracking para proteger sus intereses, en especial en el continente europeo. Para poder realizar esta promoción a otros países, Hillary Clinton con el Departamento de Estado crearon la “Global Shale Gas Initiative” en 2010 que buscaba elevar la diplomacia energética como una función clave de su Política Exterior y la satisfacción de las empresas que desarrollan esta tecnología.

Para llevar a cabo el mandato de expansión de energía se reunieron la Asociación de Energía de los Estados Unidos, una organización comercial que representa a las compañías Chevron, Exxon Mobil, y ConocoPhillips quienes perseguían llevar a cabo el fracking en otros países. Como parte de esto, el Departamento de Estado tuvo conferencias sobre fracking desde Tailandia hasta Botsuana y realizó otras acciones como el recibimiento de delegaciones para asistir a talleres y reunirse con consultores de la industria.<sup>42</sup> Hillary Clinton argumentaba que ayudarían al desarrollo del fracking en otros países de una manera lo más respetuosa posible con el medio ambiente. Ella mencionaba que el gas natural es el combustible fósil más limpio. Sin embargo, en algunos lugares aún es un tema controversial.

Las empresas más importantes y grandes que se dedican al desarrollo de la tecnología del fracking son estadounidenses. Entre las más destacadas se encuentran: Chevron, Exxon Mobil y Conoco Phillips. Estas compañías proporcionan la tecnología y la arena que se introduce en el agua utilizada para fracturar la roca. Al ser la perforación y el bombeo a presión negocios que no tienen altas barreras para entrar en otros países, se ven beneficiadas en el aumento de la actividad en la extracción de gas y petróleo.<sup>43</sup>

---

<sup>41</sup> Mother Jones, “How Hillary Clinton’s State Department Sold Fracking to the World”, Environment, Septiembre/ Octubre 2014, en formato electrónico: <https://www.motherjones.com/politics/2014/09/hillary-clinton-fracking-shale-state-department-chevron/1171/> [consultado el día 23 de marzo de 2019].

<sup>42</sup> *Idem*.

<sup>43</sup> Investopedia, “Fracking Can't Happen Without These Companies”, Investing, 26 de febrero de 2018, en formato electrónico: <https://www.investopedia.com/articles/markets/080814/fracking-cant-happen-without-these-companies.asp> [consultado el día 23 de marzo de 2019].

Halliburton fue la primera compañía en realizar una operación de fracturación en 1949. Schlumberger es la compañía de servicios de yacimientos petrolíferos más grande del mundo. Baker Hughes dirige el Centro de tecnología de bombeo a presión (PPTC, por sus siglas en inglés). Estas empresas junto con FTS International y Weatherford dominan alrededor de tres cuartos del mercado del fracking en los Estados Unidos. La cuota del mercado para estas empresas es aún mayor en las estadísticas internacionales debido a la naturaleza globalizada del sector de servicios de campos petroleros. Alrededor del mundo, hay compañías adoptando estas técnicas teniendo poca o ninguna experiencia en el sector y escogen a los socios más experimentados para garantizar un proyecto exitoso.<sup>44</sup>

Otro factor importante para el desarrollo del fracking dentro y fuera de los Estados Unidos es la información de los recursos con los que cuentan los países. El papel que juega el Departamento de Energía de los Estados Unidos en la justificación de la explotación del fracking es fundamental. Las estimaciones de la Agencia de Información de Energía en su Perspectiva Energética Anual (Anual Energy Outlook AEO, por sus siglas en inglés) son sobreestimadas con base en la opinión de David Hughes.

En 2017, el científico analizó el AEO de los principales yacimientos de gas shale y petróleo tight utilizando una base de datos comercial patentada de datos de producción de pozos, la misma que la EIA utiliza para su propio análisis. El estudio reveló que la EIA ha sobreestimado la probable producción futura de gas shale y petróleo tight para la mayoría de los yacimientos por un amplio margen. El resultado anterior es producto de sobreestimar el tamaño del área prospectiva y, por lo tanto, la cantidad de pozos que se pueden perforar, y subestimar las futuras disminuciones en la productividad de los pozos.<sup>45</sup> Por otro lado, David Hughes también encontró que las estimaciones de la EIA también son mucho más altas que las del Servicio Geológico de Estados Unidos y la Oficina de Geología Económica de la Universidad de Texas.

---

<sup>44</sup> "Pressure Pumping: Which are the Biggest Fracking Companies?", Drillers.com, en formato electrónico: <https://drillers.com/pressure-pumping-which-are-the-biggest-fracking-companies/> [consultado el día 23 de marzo de 2019].

<sup>45</sup> Resilience.org, The Problem with EIA Shale Gas and Tight Oil Forecasts, en formato electrónico: <https://www.resilience.org/stories/2018-04-03/the-problem-with-eia-shale-gas-and-tight-oil-forecasts/> [consultado el día 2 de febrero de 2022].



Las proyecciones de la EIA asumen que la producción estará en niveles mucho más altos en 2050 que en la actualidad y que más del 100 % de sus estimaciones de reservas probadas más los recursos no probados, se recuperarán antes del 2050. En esencia, la EIA apuesta por recuperar recursos que no existen según sus mejores estimaciones actuales. Al sobreestimar las áreas prospectivas de plays, la cantidad de ubicaciones disponibles de perforación, suponer que los pozos seguirán aumentando indefinidamente y que los costos de perforación y operación seguirán cayendo, la EIA puede generar el pronóstico que desee.<sup>46</sup>

---

<sup>46</sup> *Idem.*

### 3. Situación actual del fracking en el mundo

En el escenario internacional se puede encontrar países o regiones que utilizan el fracking, que lo prohibieron, y que lo descartan. El área de América del Norte: Canadá, Estados Unidos y México se caracteriza por el desarrollo de este como método de extracción. Estados Unidos es el mayor productor de gas por este medio y es regulado Estado por Estado. Pennsylvania, North Dakota y Oklahoma han disfrutado de un boom, Nueva York no permite fracking pero están revisando constantemente sus leyes y en Colorado las iniciativas locales están en votación para restricción de operaciones cerca de áreas edificadas.<sup>47</sup>

La exploración y producción de gas shale fuera de los Estados Unidos se está llevando a cabo con éxito variable. Esto, debido a que la mayoría de los países no tienen una industria de perforación próspera y de bajo costo o infraestructura disponible, lo que aumenta considerablemente el costo de las instalaciones de producción y perforación intensivas requeridas para el desarrollo de recursos shale.<sup>48</sup>

Con base en el informe de la Administración de Información de Energía de los Estados Unidos (EIA por sus siglas en inglés) “Recursos técnicamente recuperables de petróleo y gas shale: una evaluación de 137 formaciones de shale en 41 países fuera de los Estados Unidos” del año 2013, los 10 principales países con recursos de gas shale técnicamente recuperables en billones de pies cúbicos son: China 1,115, Argentina 802, Argelia 707, Estados Unidos 605, Canadá 573, México 545, Australia 437, Sudáfrica 390, Rusia 285, Brasil 245. En total suman 7,299 billones de pies cúbicos de gas shale en el mundo.<sup>49</sup>

Según la EIA, los recursos técnicamente recuperables representan los volúmenes de petróleo y gas natural que podrían producirse con la tecnología actual, independientemente de los precios del

---

<sup>47</sup> GEREports, Fracking: popular in some places, mixed reaction in others, en formato electrónico: <https://gereports.ca/fracking-popular-in-some-places-mixed-reaction-in-others/#> [consultado el día 19 de noviembre de 2018].

<sup>48</sup> Scotchman, Iain C., Proceedings of the Geologists' Association, “Shale gas and fracking: exploration for unconventional hydrocarbons”, ELSEVIER, Volumen 127, 2016, p. 549.

<sup>49</sup> “Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States”, EIA, p. 10, en formato electrónico: [https://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/archive/2013/pdf/fullreport\\_2013.pdf](https://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/archive/2013/pdf/fullreport_2013.pdf) [consultado el día 19 de noviembre de 2018].

gas y petróleo y los costos de producción. Los recursos económicamente recuperables son recursos que pueden producirse de manera rentable sobre las condiciones actuales del mercado. La recuperabilidad económica de los recursos de petróleo y gas depende de tres factores: los costos de perforación y terminación de pozos, la cantidad de petróleo o gas natural producido a partir de un pozo promedio durante su vida útil, y los precios recibidos por la producción de petróleo y gas.

En el primer informe de la EIA, en el año 2011, la estimación de recursos se estableció multiplicando el gas in situ en riesgo por un factor de recuperación de shale gas que incorpora una serie de entradas y análogos geológicos que son apropiados para cada cuenca y formación de gas shale. El consultor seleccionó el factor de recuperación basándose en la experiencia previa en cómo ocurre la producción en promedio dado un rango de factores que incluyen la mineralogía, la complejidad geológica y otros factores que afectan la respuesta de la formación geológica a la aplicación de las mejores prácticas de tecnología de recuperación de shale gas.<sup>50</sup> Después de esta publicación el interés por los recursos shale fuera de los Estados Unidos aumentó.

Posteriormente, en el informe del año 2013 la estimación bajó debido a que por primera vez se estimaron los recursos de petróleo shale, distinguiendo entre las porciones de petróleo y gas natural de una formación shale que ha resultado en una porción de parte del área que previamente fue mapeada como gas natural para ahora ser designada como petróleo; en consecuencia, la estimación del recurso de gas natural se redujo y se sustituyó por una estimación de petróleo. Por otro lado, este informe incorpora datos geológicos más completos y de mejor calidad en muchas de las formaciones shale examinadas en el primer informe, incluida la extensión del área, el espesor, la porosidad, la presión, las fallas naturales y el contenido de carbono. Sobre la base de información geológica actualizada, se eliminaron algunas formaciones que se evaluaron en el informe anterior.<sup>51</sup>

---

<sup>50</sup> "World Shale Gas Resources: An Initial Assessment of 14 Regions Outside the United States", EIA, p. 7, en formato electrónico:  
[https://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/archive/2011/pdf/fullreport\\_2011.pdf](https://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/archive/2011/pdf/fullreport_2011.pdf) [consultado el día 19 de noviembre de 2018].

<sup>51</sup> "Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States", EIA, *Op. Cit.*, p. 12.

Se procederá a analizar la lista de los principales países que cuentan con recursos de shale gas con base en el informe de la EIA y cómo ha sido desarrollado su producción. Se excluye a Estados Unidos porque ya fue previamente explicado y porque es el precursor de esta técnica de extracción.

### 3.1 China

China es abundante en el recurso de gas shale, se ha configurado en tamaño y producción en 10 años convirtiéndose en el área de producción más grande junto con América del Norte. Esto fue posible mediante un proceso de introducción, digestión, absorción y re-innovación. A finales de 2016, China alcanzó  $100 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$  en la capacidad de producción de gas shale y  $5441 \times 10^8 \text{ m}^3$  en reservas probadas,  $78 \times 10^8 \text{ m}^3$  en su producción anual de 2016, habiendo establecido dos áreas principales de producción: Shunan y Fuling.<sup>52</sup>

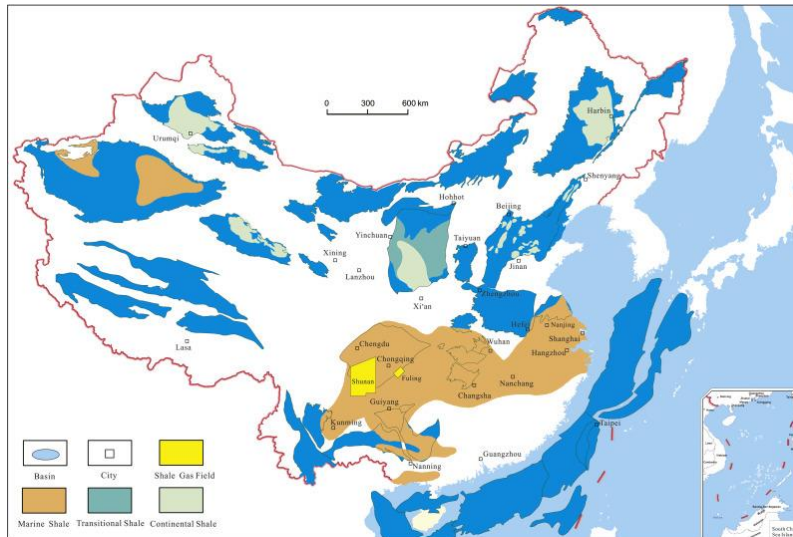
China ha experimentado 3 etapas de desarrollo de gas shale en un período de más de 10 años para abordar puntos clave: etapa de cooperación y referencia, etapa de exploración y evaluación y, etapa de construcción y producción en una escala. La primera etapa va del año 2003 al 2009: China introduce el concepto de gas shale con creciente atención a este como un recurso. En 2005 el Instituto de Investigación de Petróleo, Exploración y Desarrollo de China estableció un proyecto grupal de gas shale para comenzar la evaluación del nuevo progreso en Norteamérica y detectar las áreas favorables en China.<sup>53</sup>

---

<sup>52</sup> C. Zou et al. *Geological characteristics, main challenges and future prospect of shale gas. Journal of Natural Gas Geoscience* 2 (2017) 273-288, p. 281.

<sup>53</sup> *Ibid.*, p. 282.

Mapa 2. Distribución de los yacimientos de gas shale en China <sup>54</sup>



La etapa de exploración y evaluación se lleva a cabo de 2010 a 2013. Petro China marcó como objetivo el recurso de gas shale marino en la Región de Shunan y descubrió el campo de gas shale de Shunan. En 2010, perforó el primer pozo de evaluación para el pozo recto y para 2011, perforó el primer pozo horizontal para gas shale en China, Well Wei 201-H1, con shale en la Formación Wufang-Longmaxi como objetivo, fracturando en 11 etapas y produciendo en pruebas hasta  $1.3 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ .

La investigación geológica ha recorrido un largo camino con un conjunto de sistemas técnicos claves aplicables a las características geológicas de China, establecidos en el proceso de exploración y nanoporo de 5 nm a 100 nm descubiertos en shale según el análisis del núcleo en Well Wei 201 por primera vez en China y la teoría de sobrepresión sobre el depósito presentado según las características del reservorio marino en la región media y alta de Yangtze.

La política nacional ha orientado el desarrollo de la industria de gas shale. En 2010, la Administración Nacional de Energía estableció el Centro de Desarrollo de gas shale para enfocarse en la investigación y servicio técnico para la exploración y el desarrollo, perforación y terminación, transformación para aumentar la producción, experimentos y pruebas asociadas.

---

<sup>54</sup> *Idem.*

En la última etapa, del 2014 hasta ahora muchas compañías petroleras comenzaron la construcción y producción de gas shale en una escala basada en la exploración y evaluación en el período anterior. La producción en China ha tomado forma manteniendo un rápido crecimiento y dos campos en Shunan y Peiling sujetos a un desarrollo efectivo. En 2017, Petro China aprobó un plan de desarrollo con una producción anual de hasta  $120 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$  para acelerar el desarrollo de gas shale. Por otro lado, Sinopec también se centró en el campo de gas shale de Fuling y logró un desarrollo efectivo de este recurso.<sup>55</sup>

El gobierno sigue apoyando el desarrollo de la industria y en 2016 la Administración Nacional de Energía lanzó el Programa de Desarrollo de gas shale (2016-2020), que exige que China alcance el objetivo de  $300 \times 10^8 \text{ m}^3$  para la producción mediante un gran esfuerzo. El Ministerio de Finanzas y la Administración Nacional de Energía emitieron una notificación conjunta sobre la Política de Subsidio Financiero para el Desarrollo y la Utilización, especificando que el subsidio financiero para el gas shale desarrollado y utilizado de 2016 a 2018 debe ser de  $0.3 \text{ RMB}/\text{m}^3$  y que de 2019 a 2020 debe ser de  $0.2 \text{ RMB}/\text{m}^3$ .

A pesar del avance que China ha tenido en el desarrollo de la explotación de gas shale como recurso, algunos académicos chinos encuentran diferencias entre Estados Unidos y China para la explotación de este. El gas shale en China es caracterizado por varios reservorios, tectonismo notable, diferencia en el grado de evolución térmica, distinción en la distribución horizontal del reservorio, compleja condición de estrés de la corteza, fluctuación en la condición de la superficie y profundidad de enterramiento del shale marino en la región de Yangtze.

Los obstáculos para lograr la producción sostenible de gas shale son varios: carece de instrumentos legales que puedan abordar adecuadamente los peligros potenciales ambientales de las operaciones de gas shale, la limitada liberalización de los precios del gas, la falta de tecnología, y las barreras del mercado para la extracción de recursos para los inversionistas privados.<sup>56</sup> A pesar del interés del gobierno chino en producir gas shale, no ha promulgado ninguna legislación ni guía para la explotación de este recurso.

---

<sup>55</sup> *Ibid.*, p. 283.

<sup>56</sup> Da, Ypung Kim, "A lesson from the Shale Revolution in the United States, Canada and China", p. 750, en formato electrónico: <https://gielr.files.wordpress.com/2018/02/zsk00417000747.pdf> [consultado el 14 de marzo de 2019].

La información sobre el desarrollo de la tecnología de fracking en China no se ha podido encontrar debido a que no hay fuentes de información que contengan los datos requeridos en idioma español o inglés. De hecho, investigadoras del Imperial College London remarcan la necesidad de una mayor investigación de las percepciones y respuestas de las personas con respecto al fracking y de información general de esto en China para contrastar con la realidad de otros países. Por otro lado, también por la falta de claridad en cómo los medios occidentales interpretan o informan sobre el gas shale en China, existen malentendidos sobre las políticas del país y las perspectivas nacionales, hay una gran necesidad de una mejor comunicación.<sup>57</sup>

Con base en la investigación de los académicos existen cuatro desafíos que tiene China para el desarrollo de la producción: 1) el potencial de producción de gas shale no marino aún está por confirmar, 2) avance en la tecnología principal y el equipo aplicable a la profundidad de más de 3500 m, 3) el establecimiento del modo de producción basado en “plataforma de múltiples pozos” para una superficie compleja y, 4) se pone en duda el beneficio del desarrollo de gas shale puesto que el tiempo de construcción es largo y los costos son altos también.

---

<sup>57</sup> Aczel, Miriam R., *The Extractive Industries and Society, “The lay of the land: the public, participation and policy in China’s fracking frenzy”*, ELSEVIER, 2018, p. 511.

### 3.2 Argentina

En la década de 1970 los hidrocarburos que se consumían en Argentina eran extraídos de los propios yacimientos argentinos por Yacimientos Petrolíferos Fiscales (YPF) Estatal. Las exportaciones eran muy pequeñas y también las importaciones: se importaba una pequeña cantidad de gas natural de Bolivia por razones geopolíticas. Para la década de 1990, con el gobierno de Menem-Cavallo cambia la política energética y se privatizan YPF, Gas del Estado, y casi todas las empresas eléctricas, excepto las binacionales (Salto Grande y Yacretá y las nucleares Atucha y Embalse y algunas provinciales). Se decía que el Estado era mal empresario y que con las empresas privadas se iba a tener mucha energía, más barata y a precios internacionales.<sup>58</sup>

Mapa 3. Las cuencas de gas shale en Argentina<sup>59</sup>



<sup>58</sup> Encyclopédie de l'énergie, ¿Por qué el fracking en Argentina?, en formato electrónico: <https://www.encyclopedie-energie.org/por-que-el-fracking-en-argentina/> [consultado el día 17 de enero de 2019].

<sup>59</sup> U.S. Energy Information Administration, Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: Argentina, p. 8, en formato electrónico: [https://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/pdf/Argentina\\_2013.pdf?zscb=6996490](https://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/pdf/Argentina_2013.pdf?zscb=6996490) [consultado el día 12 de octubre de 2018].



YPF Estatal fue comprada por la empresa española REPSOL. Esta empresa se dedicó a producir fuertemente petróleo y gas natural, ya descubierto por YPF, para exportarlo y recuperar el dinero de la compra de YPF Estatal. Lo mismo sucedió con las demás compradoras; se dejó de explorar para reponer reservas y estas disminuyeron de 12 años en 1990 a 10 años en 2013 para el petróleo y de casi 20 años a menos de 8 años para el gas natural. YPF perforaba unos 120-150 pozos de exploración por año, cuando era estatal y después la totalidad de las empresas bajaron a 60-50 e incluso 30 pozos por año.

Las acciones de las empresas respondieron a recuperar lo gastado en comprar YPF, a girar las ganancias al exterior y a aumentar los dividendos a sus accionistas. Al no haber exploración se debía importar cada vez más, hasta que en 2013 esto provocó un déficit en la balanza comercial y un déficit en el Presupuesto Nacional. Por lo tanto, el gobierno decidió recuperar el manejo de YPF y compró a REPSOL el 51% de las acciones en febrero de 2014.<sup>60</sup>

Con base en información de la IEA, Argentina tiene petróleo y gas natural no convencionales en la Cuenca Neuquina (formaciones Los Moles y Vaca Muerta); la Cuenca del Golfo San Jorge; la Cuenca Magallánica-Austral y la Cuenca Chaco Paranaense, pero YPF no tiene dinero para invertir ni la tecnología para producir. Por lo tanto, al no tener más producción de yacimientos convencionales se opta por el interés en el fracking y empresas extranjeras comienzan la investigación en la Cuenca Neuquina. Actualmente existe un contrato secreto entre YPF y CHEVRON para obtener hidrocarburos de la Cuenca mencionada por 35 años. CHEVRON invierte 1240 millones de dólares en 18 meses para perforar en 20 km<sup>2</sup> 100 pozos.<sup>61</sup>

Si las cosas van bien, es decir si los pozos producen cantidades interesantes para las empresas, las otras inversiones para desarrollar el Yacimiento en los 375 Km<sup>2</sup> restantes los pondrían en partes iguales YPF y CHEVRON. En los siguientes 5 años pondrían 4500 millones de dólares, cada una, para perforar 900 pozos, y en los años que queden hasta completar los 35 años, pondrían 8 250 millones de dólares, cada una, para perforar 1 677 pozos más.

---

<sup>60</sup> LA NACION, "Repsol aprobó el acuerdo: Argentina le pagará 5.000 millones de dólares por la expropiación de YPF", ECONOMÍA, 26 de febrero de 2014, en formato electrónico: <https://www.lanacion.com.ar/1667245-repsol-aprobo-el-acuerdo-argentina-le-pagara-5000-millones-de-dolares-por-la-expropiacion-de> [consultado el día 17 de enero de 2019].

<sup>61</sup> Encyclopédie de l'énergie, *Idem*.

YPF es la que opera el área, se encarga de la responsabilidad de los trabajos con el aporte de los conocimientos técnicos de la gente de CHEVRON. El petróleo y el gas natural que se saquen se reparte en partes iguales. Cuando el país alcance a producir lo suficiente para que no tengan que importarse petróleo y gas natural, CHEVRON, luego del quinto año de operación, podrá exportar el petróleo y el gas natural teniendo la libertad de enviar libremente al exterior hasta el 20% de los dólares producto de esa venta. Si el país siguiera importando CHEVRON puede vender al país ese 20% como si lo exportara y enviar los dólares correspondientes al exterior.<sup>62</sup>

En opinión de Víctor Bravo, ingeniero químico y petrolero argentino, en Argentina antes de practicar el fracking se debe insistir en la búsqueda de petróleo y gas convencionales e incrementar la producción de los yacimientos maduros. De igual forma, se debe declarar una moratoria al fracking mientras los especialistas analizan las implicaciones que conlleva el uso de esta tecnología y conseguir la licencia social por parte de los habitantes de las regiones afectadas y de quienes realizan actividades productivas.

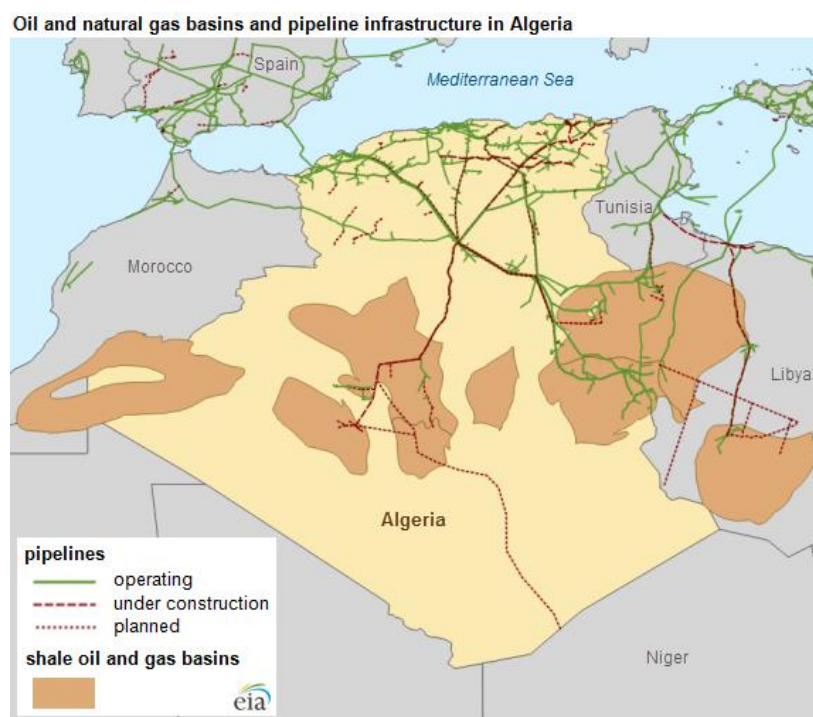
---

<sup>62</sup> *Idem.*

### 3.3 Argelia

En febrero de 2013, se introdujeron modificaciones a la Ley de Hidrocarburos de 2005 con el objetivo de impulsar la exploración, el desarrollo y la explotación de recursos no convencionales. Se realizaron cambios como un impuesto de regalías más bajo (del 5 por ciento) y períodos más largos de exploración y explotación para nuevas licencias en comparación con los otorgados para los recursos convencionales.

Mapa 4. Las cuencas de gas shale en Argelia <sup>63</sup>



A pesar de estos esfuerzos para atraer a los inversores, sólo cuatro de los 31 bloques en oferta se concesionaron en una ronda de licitaciones a principios de 2014. El director general de Sonatrach, la compañía nacional, dijo que su compañía y el gobierno estaban considerando mejorar las condiciones para una nueva ronda de licitaciones programada para la segunda mitad de 2015.<sup>64</sup>

<sup>63</sup> U.S. Energy Information Administration, Algeria is reforming its laws to attract foreign investment in hydrocarbons, en formato electrónico: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=22352> [consultado el día 12 de octubre de 2018].

<sup>64</sup> Boersma. Tim *et al.*, Brookings Institution, “Shale Gas in Algeria. No Quick Fix”, The Energy Security and Climate Initiative, Noviembre 2015, p. 7, en formato electrónico: [https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/07/no\\_quick\\_fix\\_final-2.pdf](https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/07/no_quick_fix_final-2.pdf) [consultado el día 20 de enero de 2019].

Esta subasta dio lugar a que Sonatrach firmara cinco contratos con Repsol, Shell, Statoil y Dragon Oil-Enel. Por ley, Sonatrach adquiere una participación mayoritaria obligatoria (al menos del 51%) de los proyectos resultantes.<sup>65</sup>

El Ministro de Energía Yousfi hizo del desarrollo de las reservas de shale una parte clave de su estrategia energética general. El Primer Ministro Abdelmalak Sellal mencionó que la explotación de gas shale era necesaria "para garantizar la seguridad energética de Argelia" al delinear las prioridades del gobierno en 2014. La perforación de los primeros pozos de exploración en el país demostró ser contenciosa, lo que dio lugar a protestas locales sostenidas. La evidencia anecdótica sugiere que la insatisfacción pública con el manejo de las protestas por parte del gobierno fue un factor que contribuyó a que el ex ministro de Energía Yousfi perdiera su puesto en mayo de 2015.<sup>66</sup>

El siguiente ministro, Salah Khebri, está más interesado en proyectos convencionales de bajo riesgo con resultados a corto plazo que en lugar del desarrollo inseguro e incierto de gas shale a largo plazo. Si bien el abandono del apoyo a la exploración de gas no convencional no es un hecho, el gas shale casi seguramente será una prioridad más baja para este nuevo ministro.<sup>67</sup>

Argelia mantiene indudablemente un gran potencial para el desarrollo de gas shale, incluyendo geología favorable y una extensa industria de gas existente. Sin embargo, a pesar de sus vastos recursos, existen un número de desafíos como el malestar social, las preocupaciones sobre el agua, la seguridad, la inestabilidad política y la burocracia que darán a los inversores motivos de preocupación. Las cuencas de hidrocarburos no convencionales tienen dos formaciones principales: el Shale Silurian Tannezuft y el Shale Devonian Frasnian.

De las siete cuencas que contienen formaciones shale, varias se encuentran en el este, con la cuenca de Ghadames que se extiende desde las fronteras de Argelia con Túnez y Libia, otras cuencas en el centro de Argelia contienen principalmente gas y relativamente poco petróleo. Las

---

<sup>65</sup> EIA, TODAY IN ENERGY, Algeria is reforming its laws to attract foreign investment in hydrocarbons, en formato electrónico: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=22352> [consultado el día 20 de enero de 2019].

<sup>66</sup> Boersma, Tim *et al.*, *Op. cit.*, p. 8.

<sup>67</sup> *Idem.*

áreas clave incluyen la cuenca Timimoun con un estimado de 152 tcf en recursos de gas técnicamente recuperables. En 2014, se perforaron dos pozos de exploración en la cuenca cercana de Ahnet (aproximadamente 60 tcf en recursos de gas), y los resultados de las pruebas preliminares se consideraron "muy prometedores" por el entonces ministro de Energía, Youcef Yousfi.

Los primeros pozos de exploración para gas shale en Argelia obtuvieron una gran atención de los medios internacionales, no por sus resultados prometedores, sino por las protestas locales que se expandieron a otras ciudades. En enero de 2015, las manifestaciones estallaron en la plaza principal de In Salah, una ciudad sahariana de unos 35,000 habitantes aproximadamente a 650 millas al sur de Argel en la provincia de Tamanrasset, y se extendieron en tres meses a otras ciudades de la zona incluida Tamanrasset, Adrar, y Ouargla.

Las preocupaciones de los manifestantes estaban relacionadas con temas del medio ambiente y la salud, el impacto de la exploración del gas shale en el agotamiento de los acuíferos que sustentan el oasis tradicional y la agricultura nómada en el área, y la posible contaminación por fracking de fluidos y aguas residuales.<sup>68</sup> Los manifestantes demandaban transparencia por parte del gobierno y diálogo nacional en la exploración de los recursos no convencionales.

La explotación del gas shale se había convertido en un tema abiertamente debatido y disputado en todo el país, con malentendidos e interpretaciones erróneas en ambas partes. El movimiento aumentó y el ministro de Energía viajó a In Salah para evocar solidaridad nacional en tiempos de caída de los precios del petróleo. El ejército también entabló negociaciones con los manifestantes y el presidente Bouteflika intentó calmar a la multitud diciendo que "Las fuentes de energía, ya sean convencionales o no, son un regalo de Dios y es nuestro deber utilizarlas para el desarrollo del país, mientras que respetamos estrictamente el medio ambiente y tomamos todas las precauciones de salud necesarias".<sup>69</sup>

Estas protestas tuvieron lugar en el contexto de un amplio descontento en el sur de Argelia, con sentimientos generalizados de marginación entre la población local. Los desequilibrios regionales

---

<sup>68</sup> *Ibid.*, p. 13.

<sup>69</sup> *Ibid.*, p. 14.

en Argelia son en realidad sustanciales con el sur poco poblado y subdesarrollado. Los conflictos y levantamientos en la región están arraigados en agravios religiosos, étnicos y sociales. Las protestas en In Salah se atenuaron, pero dadas las perspectivas socioeconómicas poco prometedoras a largo plazo; como la disminución de las rentas de hidrocarburos, los subsidios a la energía que continúan junto con el aumento de la demanda doméstica de energía y, lo más importante, las oportunidades económicas locales muy limitadas, dejan incierta la estabilidad política.

Uno de los puntos más importantes con respecto a las manifestaciones es la preocupación por el agua. El descontento social es por la importancia de este recurso ya que es un país árido. El uso, tratamiento y contaminación del agua en el proceso del fracking es un tema preocupante a nivel mundial. Por otro lado, casi dos tercios del territorio de Argelia (principalmente el sur, donde se ubican los recursos no convencionales) enfrentan riesgos físicos como las sequías e inundaciones, pudiendo afectar la disponibilidad de agua a corto o largo plazo.

La seguridad es otro tema que los académicos mencionan como una preocupación constante debido a su historia y su entorno regional. Muchos de los reservorios de shale identificados como recursos recuperables, se encuentran en el Sahara Argelino, y algunos como las cuencas Ghadames y Berkine e Illizi, se ubican cerca o a lo largo de las fronteras con Libia, donde un vacío de poder predomina. Por otro lado, los grupos extremistas tradicionales también tienen presencia en el país lo que trae consigo amenazas de acciones terroristas.<sup>70</sup>

Argelia enfrenta varios desafíos para poder llevar a cabo la producción de gas shale; el malestar social, la falta de inversión, la política interna y la seguridad por mencionar algunos. Los niveles de producción de gas en el país han estado estancados durante más de una década, la falta de nuevas exploraciones, y una demanda interna rápida y en aumento fuertemente subsidiada, aumentan la presión sobre las autoridades para poder atraer mayor inversión y producir y exportar gas.

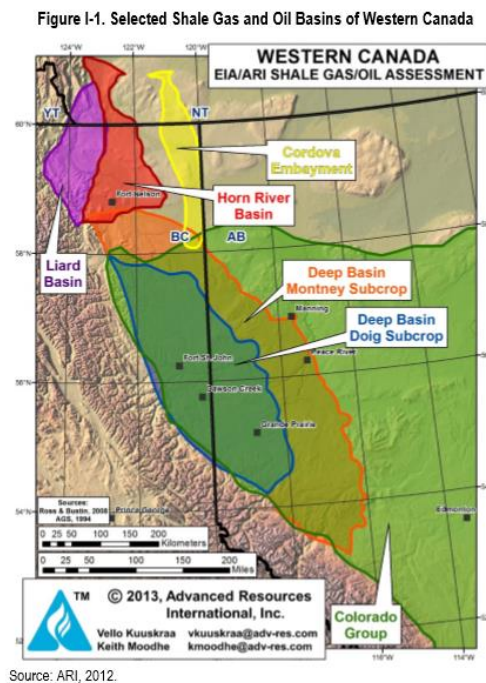
---

<sup>70</sup> *Ibid.*, p. 18.

### 3.4 Canadá

Canadá tiene grandes cuencas de hidrocarburos de recursos shale, gruesas y ricas en materia orgánica, la mayor concentración se encuentra dentro de la cuenca sedimentaria del oeste de Canadá (WCSB por sus siglas en inglés) que se extiende desde el noreste de Columbia Británica hasta el suroeste de Manitoba. Otras cuencas están localizadas en el Ártico, los Territorios del Noroeste, Yukón, Quebec, el sur de Ontario, Nueva Brunswick y Nueva Escocia.<sup>71</sup> La EIA estima que Canadá cuenta con 2,413 Tcf de gas shale, con 573 Tcf como recurso técnicamente recuperable en riesgo, y respecto al petróleo de aceite shale se estima que tiene 162 mil millones de barriles, con 8.8 mil millones como recurso técnicamente recuperable en riesgo.<sup>72</sup>

Mapa 5. Cuencas seleccionadas de petróleo y gas shale del Oeste de Canadá<sup>73</sup>



<sup>71</sup> Canadian Society for Unconventional Gas, “Understanding Shale Gas in Canada”, p. 6, en formato electrónico: [http://www.csur.com/sites/default/files/shale\\_gas\\_English\\_Web.pdf](http://www.csur.com/sites/default/files/shale_gas_English_Web.pdf) [consultado el día 3 de octubre de 2016].

<sup>72</sup> Energy Information Administration, “Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: Canada”, p. 8, en formato electrónico: [https://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/pdf/Canada\\_2013.pdf](https://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/pdf/Canada_2013.pdf) [consultado el día 3 de noviembre de 2016].

<sup>73</sup> *Ibid.*, p. 9.

Tabla 1. Recursos de gas y petróleo shale de Canadá <sup>74</sup>

Table I-1. Shale Gas and Oil Resources of Canada

Region	Basin / Formation	Risky Resource In-Place		Risky Technically Recoverable Resource	
		Oil/Condensate (Million bbl)	Natural Gas (Tcf)	Oil/Condensate (Million bbl)	Natural Gas (Tcf)
British Columbia / Northwest Territories	Horn River (Muskwa / Otter Park)	-	375.7	-	93.9
	Horn River (Eve / Klua)	-	154.2	-	38.5
	Cordova (Muskwa / Otter Park)	-	81.0	-	20.3
	Liard (Lower Besa River)	-	526.3	-	157.9
	Deep (Doig Phosphate)	-	100.7	-	25.2
	Sub-Total	-	1,237.8	-	335.8
Alberta	Alberta (Banff / Exshaw)	10,500	5.1	320	0.3
	E/W Shale (Duvernay)	66,800	482.6	4,010	113.0
	Deep Basin (Nordegg)	19,800	72.0	790	13.3
	N.W. Alberta (Muskwa)	42,400	141.7	2,120	31.1
	S. Alberta (Colorado)	-	285.6	-	42.8
	Sub-Total	139,500	987.1	7,240	200.5
Saskatchewan / Manitoba	Williston (Bakken)	22,500	16.0	1,600	2.2
Quebec	App. Fold Belt (Utica)	-	155.3	-	31.1
Nova Scotia	Windsor (Horton Bluff)	-	17.0	-	3.4
	<b>Total</b>	<b>162,000</b>	<b>2,413.2</b>	<b>8,840</b>	<b>572.9</b>

<sup>a</sup>Less than 0.5 Tcf

El gas no convencional se regula mediante un conjunto de leyes y regulaciones federales, provinciales y locales que reglamentan las actividades principales, incluidas las relacionadas con los impactos ambientales. El gobierno federal se encarga de diferentes responsabilidades relacionadas al gas no convencional; es responsable del comercio de energía interprovincial e internacional, oleoductos, prevención de contaminación, protección de hábitats, supervisión reguladora de productos químicos, regulación de recursos naturales en el norte de Canadá, áreas marinas en alta mar y tierras aborígenes. <sup>75</sup>

La mayoría de las regulaciones de petróleo y gas son provinciales, ya que los recursos pertenecen a las provincias (con excepción de tierras nativas). Hay dos instituciones federales que se encargan de regular los asuntos energéticos: la National Energy Board, la cual se hace cargo de los temas internacionales e interprovinciales, y Environment Canada la cual es la agencia responsable de la protección del medio ambiente, incluida la administración y el cumplimiento de las leyes

<sup>74</sup> *Ibid.*, p. 10.

<sup>75</sup> Da Ypung Kim, "A lesson from the Shale Revolution in the United States, Canada and China", p. 753, en formato electrónico: <https://gielr.files.wordpress.com/2018/02/zsk00417000747.pdf> [consultado el 14 de marzo de 2019].



federales.<sup>76</sup> La regulación varía según la provincia, pero en todo el país se presta mayor atención a los riesgos de contaminación por fracking y a la eliminación de aguas residuales de pozos no convencionales; esto, en respuesta a la presión pública y al mayor interés comercial en las oportunidades de gas no convencional canadiense.

Todas las jurisdicciones tienen leyes para proteger los acuíferos de agua dulce y para garantizar un desarrollo responsable. Ejemplo de lo anterior se muestra con los requisitos que se exigen a los productores de gas en el Oeste de Canadá: reinyectar agua producida en zonas salinas profundas ubicadas muy por debajo de la base del agua subterránea, utilizando pozos de eliminación de agua. En otras regiones, donde no existen pozos de eliminación, las regulaciones provinciales establecen requisitos para el tratamiento y eliminación del agua producida.<sup>77</sup>

El uso del agua es una prioridad en las leyes canadienses, se necesitan aprobaciones por parte de la agencia reguladora o del departamento gubernamental encargado de esto. Los mecanismos de control que manejan los reguladores y los gobiernos estatales varían y el propósito de estos es administrar el uso del agua y mitigar los posibles impactos, incluida la capacidad de limitar la velocidad a la que se usa el agua desde cualquier fuente y especificar los límites de uso agregado. También hay regulaciones destinadas a minimizar la huella ambiental de las operaciones de perforación y producción, por ejemplo, al requerir plataformas de perforación centralizadas y la restauración de la tierra después de que la producción haya cesado.

Las regulaciones son establecidas y administradas por varios Ministerios federales y provinciales, incluyendo el medio ambiente, los recursos naturales, el desarrollo sostenible, la energía, el transporte, la industria y otros. Las sustancias utilizadas en la industria petrolera y gasera (como los lubricantes, fluidos de perforación, inhibidores de corrosión, surfactantes, fluidos de fractura, agentes de desulfuración y agentes de control de bacterias), están sujetas a los programas de manejo de sustancias con los que cuenta el Gobierno de Canadá: El Plan de Manejo de Químicos y el Programa de Nuevas Sustancias.<sup>78</sup>

---

<sup>76</sup> International Energy Agency, “Golden rules for a Golden age of gas”, p. 109, en formato electrónico: [http://piketty.pse.ens.fr/files/capital21c/xls/RawDataFiles/WEO2012\\_GoldenRulesReport.pdf](http://piketty.pse.ens.fr/files/capital21c/xls/RawDataFiles/WEO2012_GoldenRulesReport.pdf) [consultado el 18 de julio de 2019].

<sup>77</sup> *Idem.*

<sup>78</sup> *Idem.*

Algunas provincias requieren que se presenten los detalles del tratamiento de la fractura hidráulica al regulador de gas y petróleo además de las regulaciones que rigen los productos químicos. En Alberta, se solicita al operador de la fractura hidráulica que presente los datos mínimos: tipo, cantidad y tamaño de los agentes de apuntalamiento, tipo y volumen de portador (fluidos), aditivos, tipo y cantidad de agentes de taponamiento, tasas de alimentación y presiones. A través de la Directiva EUB 059 de la Junta de Conservación de Recursos Energéticos se solicita el requisito de archivo de datos de perforación y terminación de pozos.<sup>79</sup>

La información anterior permite visualizar la importancia del uso del agua en Canadá y el interés de minimizar los impactos que el fracking pueda tener en el medio ambiente. De igual forma, su regulación es más amplia que otras y puede solicitar información más específica sobre las sustancias y el desarrollo del fracking a los operadores. A diferencia de las leyes en otros países, Canadá delega la normatividad del desarrollo del fracking a los gobiernos provinciales y locales permitiendo establecer sus propias reglas.

La producción de gas shale en Canadá comenzó en el año 2005 en Columbia Británica. En los años siguientes, el aumento de los precios del petróleo incentivó a las compañías de gas natural a interesarse por el desarrollo del gas shale en algunas provincias: Alberta, Columbia Británica y Saskatchewan. A finales de 2012, se habían perforado más de 1100 pozos para la exploración y producción de gas shale o se habían explotado para la obtención de gas.<sup>80</sup> Sin embargo, la llegada del gas shale y la disminución del precio del petróleo han sido razones por las que la política energética en Canadá ha cambiado.

Históricamente, Canadá ha sido el mayor proveedor extranjero de gas natural de los Estados Unidos. No obstante, después de la revolución del gas shale, se importó más gas de los Estados Unidos al Este de Canadá, lo que ha contribuido a la disminución de producción y a la baja de los precios de gas canadiense. Estados Unidos se benefició por la producción de gas shale en su país, pero su vecino del norte recibió ganancias limitadas por las pérdidas de exportaciones de energía canadiense a Estados Unidos: los bajos precios de la gasolina beneficiaron a los consumidores

---

<sup>79</sup> *Idem.*

<sup>80</sup> Rivard, Christine *et al.*, "An overview of Canadian shale gas production and environmental concerns", *International Journal of Coal Geology*, ELSEVIER, Vol. 126, 2014, pp. 64-76.

canadienses y a las empresas e industrias intensivas de energía, aunque en el ámbito del gas no ha tenido recuperación por la disminución del precio global.

Con base en la opinión del investigador Da Ypung Kim, el gobierno canadiense desempeña un papel relativamente menos activo en la regularización y priorización de la producción de gas shale en comparación con los Estados Unidos porque Canadá no está tan entusiasmado con el desarrollo de este. El país promotor del fracking ahora puede suministrar su propio gas natural e incluso exportar el exceso a países extranjeros, incluido Canadá.

Existe información sobre la utilización del fracking en diversos Estados: en las provincias de Alberta, Columbia Británica, Saskatchewan y el suroeste de Manitoba.<sup>81</sup> Quebec tiene una moratoria sobre la exploración y el desarrollo de gas shale, mientras que en Ontario no se está realizando fracturación, aunque hay al menos tres depósitos de shale conocidos. Nueva Brunswick permite la exploración del fracking, lo que provocó protestas en el año 2013, y Nueva Escocia realizó audiencias públicas para consultar sobre su uso, terminando con la prohibición de esta técnica.<sup>82</sup>

Hay arrendamientos de exploración en los Territorios del Noroeste y hay pruebas sísmicas en el Yukón. El Consejo de las Primeras Naciones del Yukón aprobó una resolución que declara que los territorios tradicionales están libres de fractura. Por otro lado, la Isla del Príncipe Eduardo no tiene operaciones de fracking, ni Terranova y Labrador.<sup>83</sup> Aunque hay lugares en donde se lleva a cabo el fracking, la regulación provincial tiene un papel importante en su desarrollo. Las consultas públicas o la defensa de los derechos del agua son principales razones por las que se prohíbe esta técnica.

En el año 2017 se lanzó “Generation Energy”, un diálogo nacional abierto con interesados y expertos canadienses para imaginar cómo sería un futuro con bajas emisiones de carbono. Los diálogos compartieron una visión de su futuro energético construido sobre tres pilares: debía ser

---

<sup>81</sup> The globe and mail, “Fracking popular in some places mixed reactions in others”, en formato electrónico: <https://www.theglobeandmail.com/partners/ge-innovation/fracking-popular-in-some-places-mixed-reaction-in-others/article20074775/> [consultado el día 9 de febrero de 2019].

<sup>82</sup> La Jornada, “Comunidades decididas a proteger su agua del fracking”, *La Jornada del campo*, Canadá, 15 de noviembre de 2014, en formato electrónico: <https://www.jornada.com.mx/2014/11/15/cam-agua.html> [consultado el día 29 de enero de 2019].

<sup>83</sup> The globe and mail, “Fracking popular in some places mixed reactions in others”, *Idem*.

costeable, confiable y limpio. El objetivo del diálogo fue la transición energética global de reducir emisiones globales de gases de efecto invernadero para abordar el cambio climático, también inspirado por la dinámica cambiante del mercado y la tecnología para los productos y servicios energéticos.<sup>84</sup>

Canadá busca lograr ese objetivo a través de dos vías; la primera, es la transformación de los sistemas de producción, distribución y consumo de energía para que sean más limpios y eficientes y proteger el aire, la tierra y el agua. Y la segunda, desarrollando tecnologías bajas en carbono en el sector petrolero y gasero para reducir la contaminación por carbono, recortar costos y crear nuevos productos y servicios de valor agregado.<sup>85</sup> En este reporte, el gobierno canadiense expresa su interés por ser más competitivo en el sector del petróleo y gas pues es consciente de los recursos con los que cuenta y de que quiere explotarlos.

Para lograr esa competitividad y trabajar sobre nuevos proyectos de infraestructura, Canadá pretende usar energía y combustibles más limpios e introducir nuevas tecnologías para almacenar las emisiones de carbono. Así, podrá obtener la aprobación pública que se ha obstaculizado por su creciente huella de carbono y por la marca energética que ha dejado en el exterior.<sup>86</sup> Si bien Canadá cuenta con un marco legal más extenso que regula la fractura hidráulica, la contaminación que se genera por esta le ha costado moratorias, protestas sociales y la no aprobación para ejecutar la explotación del gas shale por lo que actualmente maneja un discurso que incluye a la sociedad canadiense y expertos y pretende cumplir con los compromisos ambientales de los que es parte para actuar sobre el cambio climático.

---

<sup>84</sup> Generation Energy Council Report. “Canada’s energy transition. Getting to Our Energy Future, Together”, p. 2, en formato electrónico: [https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/energy/CouncilReport\\_june27\\_English\\_Web.pdf](https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/energy/CouncilReport_june27_English_Web.pdf) [consultado el día 20 de agosto de 2020].

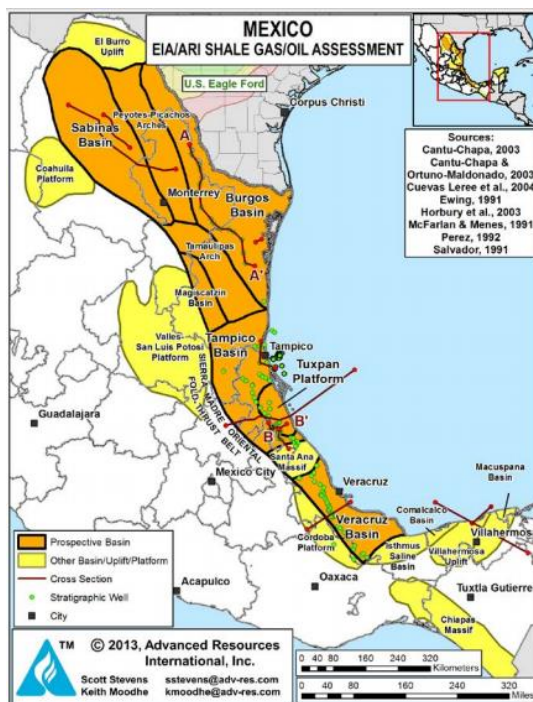
<sup>85</sup> *Ibid.*, p. 6.

<sup>86</sup> *Ibid.*, p. 42.

### 3.5 México

En diciembre de 2013 se promulgó la Reforma Energética que cambió los artículos 25, 27 y 28 constitucionales establecidos en 1917. La modificación, consistió en abrir la participación de empresas privadas en las industrias energéticas donde antes sólo el Estado disponía la exclusividad de realizar la explotación de los recursos. Además, se reformaron leyes secundarias con el fin de tener una mayor seguridad de la promoción inversionista; a través del apoyo de empresas privadas se pretendía extraer hidrocarburos de yacimientos no convencionales.<sup>87</sup>

Mapa 6. Las cuencas de gas y petróleo shale de las cuencas del Este de México <sup>88</sup>



Los argumentos del gobierno en turno para la implementación de la Reforma Energética fueron la caída de petróleo desde el año 2004, la creciente importación de gas natural y la disminución de las reservas. Su apuesta para revertir estas tendencias era extraer hidrocarburos de yacimientos no convencionales, como lutitas a través de la técnica de fractura hidráulica, y en aguas profundas;

<sup>87</sup> Fundar, Centro de Análisis e Investigación, A. C., Las actividades extractivas en México: Estado actual. Anuario 2016. Ciudad de México: fundar, 2017, p. 11.

<sup>88</sup> Energy Information Administration, "Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: México", p. 9, en formato electrónico: [https://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/pdf/Mexico\\_2013.pdf](https://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/pdf/Mexico_2013.pdf) [consultado el día 3 de noviembre de 2016].

por eso era necesario el apoyo de las compañías privadas.<sup>89</sup> Los beneficios prometidos por parte del entonces presidente Enrique Peña Nieto si se llevaba a cabo la Reforma Energética fueron los siguientes: tarifa de luz más baja por mayor participación de empresas, reducción del precio de gas por mayor oferta de combustible debido a más participantes en el sector, creación de 500 mil empleos para 2018, mayor renta petrolera, mayores exportaciones y reducción de dependencia de importaciones.<sup>90</sup>

Antes de la Reforma, la política energética se encontraba exclusivamente a cargo del Estado por medio de la empresa paraestatal Petróleos Mexicanos (PEMEX). Posteriormente, adquirió el estatus de una empresa productiva del Estado; teniendo que competir con los diversos participantes o aliarse con ellos para la adjudicación mediante licitación de contratos de exploración y extracción a cargo de la Comisión Nacional de Hidrocarburos.<sup>91</sup> De esta manera, los hidrocarburos son propiedad de la nación, pero su exploración y extracción puede realizarse a través de asignaciones con Pemex o de contratos con particulares.

El gas shale y el aceite shale son recursos no convencionales con mayor potencial en México según la Comisión Nacional de Hidrocarburos. Un estudio de la EIA publicado en 2015 estimó 545 billones de pies cúbicos (Tcf) en gas shale y 13 mmbb de aceite shale y condensado. Asimismo, se identificaron cinco provincias potencialmente productoras de gas shale y condensados en 8 formaciones en México.<sup>92</sup> Las provincias que cuentan con este potencial son Tampico-Misantla, Burgos, Sabinas, Burro-Picachos y, en menor medida Veracruz. Hay acumulación de hidrocarburos que se encuentran en dos horizontes geológicos, correspondientes con rocas del Cretácico y Jurásico.<sup>93</sup>

---

<sup>89</sup> Fundar, Centro de Análisis e Investigación, A. C., *Op. Cit.*, p. 11.

<sup>90</sup> Ávila, Yuriria, "El Sabueso: AMLO dice que la Reforma Energética es un fracaso, ¿pero qué ha dejado a favor y en contra su aprobación?", Animal Político, en formato electrónico: <https://www.animalpolitico.com/elsabueso/reforma-energetica-amlo-fracaso-resultados/> [consultado el día 13 de noviembre de 2019].

<sup>91</sup> De la Vega, Ángel *et al.*, "El Gas de Lutitas (Shale Gas) en México. Recursos, explotación, usos, impactos", p. 100, en formato electrónico: <http://www.revistas.unam.mx/index.php/ecu/article/view/47443/42700> [consultado el día 27 de noviembre de 2016].

<sup>92</sup> Comisión Nacional de Hidrocarburos, "Reservas de hidrocarburos en México conceptos fundamentales y análisis 2018", p. 6, en formato electrónico: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/435679/20190207\\_CNH-Reservas-2018\\_vf\\_V7.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/435679/20190207_CNH-Reservas-2018_vf_V7.pdf) [consultado el día 19 de julio de 2019].

<sup>93</sup> *Ibid.*, p. 63.

La CNH utiliza el Sistema de Gestión de Recursos Petroleros para la definición de reservas en términos probabilistas y se categorizan de la siguiente manera: reservas probadas (1P), reservas probadas más las reservas probables (2P), y las reservas probadas más las reservas probables más las reservas posibles (3P). Con base en la CNH, México cuenta con una cantidad poco significativa en términos proporcionales de reservas probadas de gas natural, pero si se toman en cuenta las reservas probables y posibles, y los recursos prospectivos se afirma que tiene un gran potencial en materia de gas natural. Al 1° de enero de 2018, las reservas 1P de gas natural alcanzaron un volumen de 10.02 MMMMpc; 19.38 MMMMpc en la categoría 2P, y 30.02 MMMMpc en la categoría 3P; lo que representó una disminución en la categoría 1P de 3.65% y un incremento en las categorías 2P y 3P de 0.41% y 3.7% respectivamente, en relación con los volúmenes del año previo.<sup>94</sup>

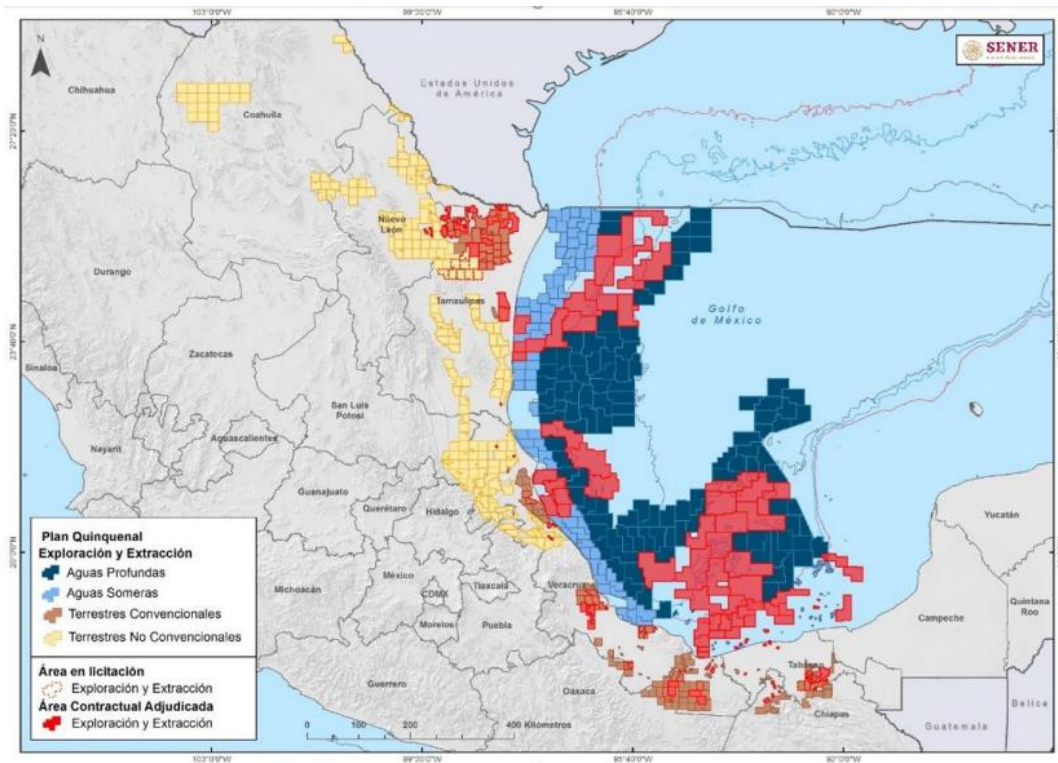
La información proporcionada por la EIA y las modificaciones en la ley mexicana derivaron en un mayor interés por parte del gobierno en los recursos shale. El gobierno realizó un plan quinquenal para ofertar las áreas contractuales y este fue publicado en junio de 2015. “El Plan Quinquenal de Licitaciones para la Exploración y Extracción de Hidrocarburos para el periodo de 2015-2019” sentó la base para la definición de las licitaciones a realizarse en cinco años que considera las áreas y los campos destinados para la exploración y extracción de hidrocarburos en yacimientos terrestres convencionales y terrestres no convencionales, así como en aguas someras y aguas profundas.<sup>95</sup>

---

<sup>94</sup> *Ibid.*, p. 65.

<sup>95</sup> SENER, “Programa Quinquenal de Licitaciones para la Exploración y Extracción de Hidrocarburos 2015-2019”, p. 1, en formato electrónico: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/457887/PQ-Abril\\_con\\_Accesibilidad-img\\_sin\\_texto\\_alt\\_en\\_tablas.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/457887/PQ-Abril_con_Accesibilidad-img_sin_texto_alt_en_tablas.pdf) [consultado el día 18 de mayo de 2019].

Mapa 7. Estado de las áreas de licitación en el Plan Quinquenal a 2019 <sup>96</sup>



El Plan Quinquenal de Hidrocarburos contempló la realización de cuatro rondas de licitación (Rondas Uno, Dos, Tres y Cuatro). La Ley de Hidrocarburos previó que las características de las áreas a ser licitadas en el periodo pudieran ser modificadas mediante revisiones anuales al Plan Quinquenal que por Ley debe publicar la Sener en el primer trimestre de cada año. Esta previsión se tomó para así permitir a las autoridades la flexibilidad necesaria para responder a las condiciones del mercado, incluyendo factores económicos, financieros y técnicos.<sup>97</sup> Anticipadamente se llevó a cabo la Ronda Cero en la que a Pemex se le otorgaron 489 áreas, 108 designadas para la exploración, 286 para extracción y 95 en resguardo para futuras licitaciones.

<sup>96</sup> Petroquimex, “SENER Presenta Plan Quinquenal para Exploración y Extracción de Hidrocarburos”, *Petroquimex - La Revista de la Industria Energética*, Edición 76: Julio-Agosto 2015, en formato electrónico: <https://petroquimex.com/sener-presenta-plan-quinquenal-para-exploracion-y-extraccion-de-hidrocarburos/> [consultado el día 3 de junio de 2018].

<sup>97</sup> Fundar, Centro de Análisis e Investigación, A. C., *Las actividades extractivas en México: Estado actual. Anuario 2016*. Ciudad de México: fundar, 2017, p. 52.



Tabla 2. Información sobre las Rondas a 2019 en México.

	Ronda Uno	Ronda Dos	Ronda Tres
Duración	11/12/14 - 17/12/15	20/07/16 - 20/07/2017	29/09/17 - Actualidad
Número de licitaciones	4	4	1
Contratos	38	50	16
Objetivo	Crear una industria robusta con empresas especializadas en los distintos tipos de áreas y campos que complementan las actividades de PEMEX.	Priorizar áreas exploratorias con la columna geológica completa e incorporar a éstas campos descubiertos con volúmenes remanentes de hidrocarburos.	Consolidar zonas de desarrollo petrolero que habiliten la posibilidad de generar mercados regionales, costa afuera y tierra adentro.
Inversión estimada	\$41.5 miles de millones de dólares	\$103 miles de millones de dólares	\$8.6 miles de millones de dólares
Producción	4,866 MMBpce	5,960 MMBpce	789 MMBpce
Áreas contractuales adjudicadas	Aguas someras Aguas profundas Zona terrestre	Aguas someras Zona terrestre convencional Aguas profundas	Aguas someras
Empresas contratistas	24 empresas mexicanas 21 empresas extranjeras	13 empresas mexicanas 18 empresas extranjeras	2 empresas mexicanas 2 empresas extranjeras

Fuente: Elaboración propia con datos de la SENER del “Plan Quinquenal de expansión del sistema de transporte y almacenamiento nacional integrado de gas natural (SISTRANGAS) 2020-2024”.<sup>98</sup>

Con base en información de la SENER, actualmente hay 528 áreas por licitar con 213 mil km<sup>2</sup>. Ha habido 9 procesos licitatorios: 4 licitaciones de Ronda Uno, 4 licitaciones de Ronda Dos y 1 licitación de la Ronda Tres. A través de estas rondas diferentes consorcios operadores obtuvieron bloques de producción, dentro de estos se incluyen empresas líderes del sector energético de países provenientes de Canadá, Estados Unidos, Reino Unido, Japón, China, México, entre otros. Según el plan quinquenal, durante las tres rondas que se han llevado hasta ahora, 18 países participan en la asignación de reservas.

<sup>98</sup> SENER, “Plan quinquenal de expansión del sistema de transporte y almacenamiento nacional integrado de gas natural 2020- 2024” en formato electrónico: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/591600/2PQ\\_SISTRANGAS\\_2020\\_2024\\_05-11-2020\\_.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/591600/2PQ_SISTRANGAS_2020_2024_05-11-2020_.pdf) [consultado el día 3 de junio de 2018].

Dentro de las empresas operadoras en el país, las extranjeras como British Petroleum, Exxon, Chevron, o CNOOC cuentan con historiales en los que la contaminación ambiental, la corrupción y los sobornos, han sido acciones que caracterizan sus contratos en otras partes del mundo.<sup>99</sup> Por otro lado, las operadoras nacionales como Tonalli Energy, Diavaz, Sierra & Oil Gas entre otras, se vinculan con exsecretarios de Estado, exdirectores generales de Pemex y grupos financieros internacionales.<sup>100</sup> Lo anterior, resalta los intereses conjuntos que tal vez un grupo de personas o empresas presentan para participar en la industria de los hidrocarburos. De igual forma, dentro de este grupo, no solo sobresale el poder económico con el que cuentan, sino los vínculos con el poder político que tienen lo que permite alcanzar los objetivos establecidos por las empresas.

Los resultados de la reforma energética no han sido los planteados ni han sido favorables para el país. La reforma energética tenía la promesa de convertir a la industria petrolera en el pivote del desarrollo económico con el fin de otorgar bienestar a la población. Sin embargo, esto no ha sido así: ha existido un descenso en la producción de petróleo y gas natural; entre diciembre de 2013 y diciembre de 2018, la producción de barriles diarios de petróleo pasó de 2 mil 517 millones de barriles diarios a 1669, una reducción de 48.57%. Con respecto al gas natural hubo una caída de 6 mil 453 millones de pies cúbicos diarios a 4 mil 857, una reducción de 24.72%,<sup>101</sup> elevación de los precios de productos refinados y de electricidad, para consumo doméstico e industrial,<sup>102</sup> expansión de las Empresas Petroleras Internacionales a expensas de la compactación y fragmentación de Petróleos Mexicanos (PEMEX),<sup>103</sup> problemas de balanza de pagos que enfrentó el país en 2014-2016, con un déficit comercial en la balanza de productos petroleros.<sup>104</sup>

---

<sup>99</sup> Para consulta de contratos y empresas ganadoras de licitaciones véase: Gobierno de México, Administración de Contratos, en formato electrónico: <https://rondasmexico.gob.mx/esp/contratos/> [consultado el 1 de noviembre de 2019].

<sup>100</sup> Fundar, Centro de Análisis e Investigación, A.C., Las actividades extractivas en México: Estado actual. Anuario 2016. Ciudad de México: fundar, 2017, p. 80.

<sup>101</sup> *Idem.*

<sup>102</sup> Gutiérrez, Rodríguez Roberto, "Análisis de la Reforma Energética después de tres años de su implementación", *Petroquimex - La Revista de la Industria Energética*, Edición 97: Enero-Febrero 2019, pp.14-22, en formato electrónico: <https://petroquimex.com/analisis-de-la-reforma-energetica-despues-de-tres-anos-de-su-implementacion/> [consultado el día 13 de noviembre de 2019].

<sup>103</sup> *Idem.*

<sup>104</sup> *Idem.*

Añadiendo a lo anterior, la explotación de recursos no convencionales ha causado problemáticas en otras áreas. La situación de PEMEX, por la apertura del mercado energético, ha derivado en crisis debido también al abandono de las últimas tres décadas y su situación financiera actual. PEMEX ha renunciado de manera progresiva a sus asignaciones o las ha migrado a contratos con empresas privadas. En el ámbito legal, se encuentra un vicio de inconstitucionalidad porque un artículo prohíbe algo y otro artículo lo permite; el texto principal de la Carta Magna prohíbe las concesiones, pero uno de sus artículos transitorios las permite con otro nombre (licencias). Otro de esos vicios es el registro de reservas (booking).<sup>105</sup>

El Estado ya no es el garante de la seguridad energética en combustibles puesto que se elimina su obligación de abastecer al mercado con petróleo crudo, gas natural, gasolina, gas LP, y otros productos petroleros. La obligación ahora reside en el mercado. En el ámbito medio ambiental, con base en estudios realizados en el mundo, la política energética de los no convencionales potencia los gases de efecto invernadero y contribuye al cambio climático y el calentamiento global. Por último, en el ámbito de la salud, se ha demostrado en estudios que hay consecuencias del uso del fracking en la población; problemas de enfermedades respiratorias, cáncer, problemas de salud reproductiva y el agua que se utiliza para consumo humano se ha contaminado.<sup>106</sup>

De manera general, la puesta en marcha de la Reforma Energética y la explotación de recursos no convencionales ha tenido repercusiones en la privatización del sector energético, la reducción de la soberanía sobre los hidrocarburos, la contaminación del medio ambiente y problemas a la salud de las personas que se encuentran cerca de las zonas de extracción. Por otro lado, la certeza de contar con un gran potencial de recursos no convencionales se pone en duda, ya que las reservas probadas son menores que las reservas probables y las reservas posibles. Los recursos posibles y probables están en función de la técnica, los costos, y el precio internacional de los hidrocarburos. Las cifras son estimadas a partir de inferencias geológicas lo que puede resultar en obtener recursos menores a lo estimado.<sup>107</sup>

---

<sup>105</sup> *Ibid.*, p. 8.

<sup>106</sup> Fundar, Centro de Análisis e Investigación, A.C. Las actividades extractivas en México: Estado actual. Anuario 2016. Ciudad de México: fundar, 2017, pp. 172 - 175.

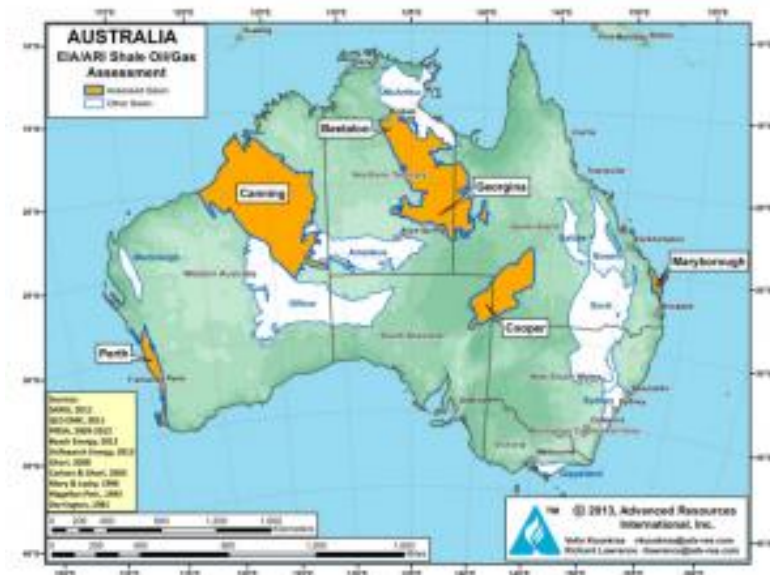
<sup>107</sup> Díaz, César Augusto, "México en la ideología de los combustibles fósiles no convencionales", Sociología Política del colapso climático antropogénico. Capitalismo fósil, explotación de combustibles no convencionales y geopolítica de la energía. México: CISAN, 2018, p. 259.

### 3.6 Australia

Australia tiene el séptimo volumen más grande de gas shale técnicamente recuperable en el mundo, la mayoría del cual se encuentra en el sur de Australia. El gobierno del sur de Australia tiene un mayor impulso para capitalizar este recurso de gas no convencional tanto en la Cuenca de Cobre como en las regiones del sur de Australia.<sup>108</sup>

Mapa 8. Las cuencas de gas shale en Australia <sup>109</sup>

Figure III-1. Australia's Assessed Prospective Shale Gas and Shale Oil Basins



Debido a una disminución de la disponibilidad de gas natural de las fuentes de gas convencionales, el aumento de la demanda de exportación y de una fuente de energía más limpia que el carbón, ha habido un rápido aumento en la exploración y producción de gas coal, y un aumento en la presión para fracturar gas shale y tight. Con esto, ha surgido una gran oposición por parte de la comunidad basada en los aspectos sociales y ambientales de este recurso.

La Cuenca Cooper en el sur de Australia es probablemente el primer sitio en Australia donde se comercializará el gas shale debido a sus instalaciones de procesamiento de gas convencionales

<sup>108</sup> Bubna-Litic, Karen, "Fracking in Australia: The future in South Australia?", Environmental and Planning Law Journal, University of South Australia, Enero 2015, p. 437.

<sup>109</sup> Energy Information Administration, "Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: Australia", p. 9, en formato electrónico: [https://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/pdf/Australia\\_2013.pdf](https://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/pdf/Australia_2013.pdf) [consultado el día 3 de noviembre de 2016].

existentes y la infraestructura de transporte. Beach Energy está actualmente realizando perforaciones exploratorias en depósitos shale alrededor de Penola en el área de la costa de piedra caliza del sudeste de Australia.

El primer proyecto de evaluación de gas shale en Australia fue operado por Santos y comenzó en 2006 en Moomba, en la cuenca de Cooper. Los resultados del análisis del núcleo de shale corresponden con los de Estados Unidos. El primer pozo fue perforado por Santos en diciembre de 2011 y una estimulación de fractura en tres etapas dio como resultado una tasa de flujo estabilizado de 2.6 mmscf/d de gas seco durante el período de retorno de dos semanas. La primera producción de gas shale de Moomba ocurrió en octubre de 2012. Se han realizado otras exploraciones en la cuenca de Cooper y la otra área principal para depósitos shale se encuentra en la cuenca de Otway en el sureste de Australia.<sup>110</sup>

Beach Energy ha comenzado la perforación exploratoria en la Cuenca Otway en Sawpit 1 y Sawpit 2 y actualmente está realizando procesos de consulta comunitaria. A diferencia de la cuenca de Cooper, la perforación en la cuenca de Otway tendría mayores impactos económicos, sociales y ambientales puesto que se encuentra cerca de la región vinícola de Coonawarra, áreas agrícolas y ciudades reconocidas internacionalmente, así como en entornos costeros y rurales.

Australia cuenta con instrumentos jurídicos que regulan la extracción de los recursos. En 2012 se realizó el Acuerdo de Asociación Nacional para la Regulación del Coal Seam Gas (NPACSG por sus siglas en inglés), entre el gobierno federal y cinco gobiernos estatales y territoriales, su objetivo fue asegurar la regulación del Coal Seam Gas. Para esto, el gobierno federal creó el Comité Independiente de Científicos Expertos en gas coal y el gran desarrollo de la Minería del Carbón (IESC por sus siglas en inglés) conforme a la Ley de Conservación del Medio Ambiente y la Biodiversidad de 1999. Sin embargo, estos y otros marcos regulatorios no mencionan la regulación de gas shale.

La académica Karen Bubna-Litic de la Universidad del Sur de Australia, especialista en leyes sobre el cambio climático, responsabilidad ambiental corporativa, regulación de energías renovables e impuestos ambientales, encuentra problemas que el fracking puede generar en Australia. Karen

---

<sup>110</sup> Bubna-Litic, Karen, *Op. Cit.*, p. 439.

menciona inconvenientes como la afectación a comunidades indígenas y sus derechos de títulos nativos por la extracción de gas shale. Además, los recursos hídricos se podrían afectar por la producción de grandes volúmenes de agua que contiene sales y productos químicos.<sup>111</sup>

Los agricultores también están preocupados por el acceso y el uso de las tierras agrícolas y los recursos hídricos por la posible contaminación al suministro de agua, la efectividad de la rehabilitación una vez que la industria se ha ido, la sismicidad inducida y, la pérdida del valor de la propiedad. Por lo anterior, la académica recomienda prestar atención a los diferentes impactos que el fracking pueda tener. El gobierno del Sur de Australia ha incrementado sus fuerzas para capitalizar los recursos de gas no convencional, específicamente el gas shale. Sin embargo, sería un riesgo ignorar las posibles consecuencias para la economía, el tejido social de la comunidad y el medio ambiente.

En abril de 2018 el Territorio del Norte de Australia, levantó una moratoria de 18 meses al fracking dejando más de la mitad de su área total abierta a la extracción no convencional. Las compañías energéticas Origin Energy y Santos, han identificado el Territorio del Norte como una fuente potencial de gas para satisfacer la escasez de combustibles fósiles en Australia lo que ha provocado un aumento en los precios de la energía y ha llevado a Canberra a implementar controles de exportación de gas natural licuado.<sup>112</sup>

Greenpeace describió la decisión del gobierno del Territorio del Norte como “miope” y advirtió que conduciría a la contaminación del agua, al aumento de las emisiones de carbono y problemas de salud para las personas en el territorio. En Australia, varios Estados han prohibido el fracking por completo o han impuesto una moratoria a la tecnología como Victoria, Australia Occidental y Tasmania. Pero el gobierno federal está instando a los gobiernos estatales a cambiar las reglas para ayudar a resolver la escasez de gas.<sup>113</sup>

---

<sup>111</sup> *Ibid.*, pp. 446-448.

<sup>112</sup> Smyth, Jamie, Financial Times, “Australia aims to replicate US shale revolution in Northern Territory”, 17 de abril de 2018, en formato electrónico: <https://www.ft.com/content/4111b0c6-4205-11e8-803a-295c97e6fd0b> [consultado el día 19 de enero de 2019].

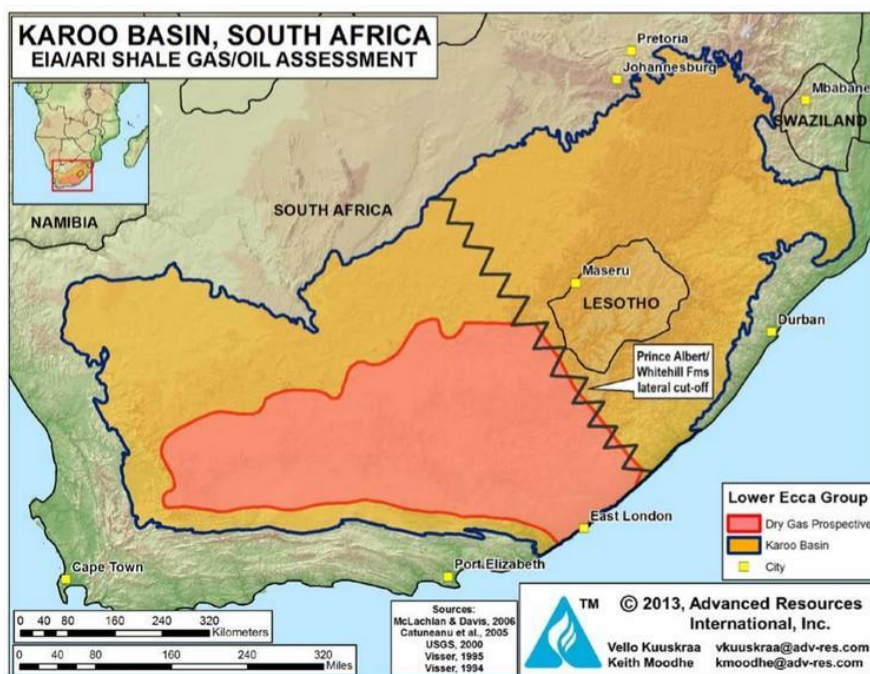
<sup>113</sup> *Idem.*

El gobierno del Territorio del Norte dijo que eliminó la moratoria siguiendo el consejo científico de que los riesgos del fracking podrían reducirse a un nivel aceptable si se siguen ciertas recomendaciones. Sin embargo, algunos observadores bien acreditados en el campo son escépticos de la viabilidad económica y ambiental.

### 3.7 Sudáfrica

Sudáfrica tiene un potencial significativo para el descubrimiento de gas no convencional en forma de Coal Bed Methane y Gas Shale por lo que ocupa el octavo y el doceavo lugar en el mundo según la Alianza sudafricana de Gas y Petróleo. Sudáfrica tiene una importante cuenca sedimentaria que contiene shale gruesas y ricas en materia orgánica: la Cuenca Karoo en el centro y sur de Sudáfrica, es grande (236,400 mi<sup>2</sup>), se extiende a lo largo de casi dos tercios del país, y en la parte sur es potencialmente favorable para el gas shale.<sup>114</sup>

Mapa 9. Las cuencas de gas shale en Sudáfrica <sup>115</sup>



Desde la perspectiva sudafricana el fracking se ve de una manera positiva y negativa. El lado positivo es la creación de empleos y la seguridad energética. Por otro lado, existe la posibilidad de contaminación a los suministros de agua y pone en peligro los entornos locales y la salud de las

<sup>114</sup> EIA, "Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States", *Op. Cit.*, p. 536.

<sup>115</sup> *Idem.*



personas.<sup>116</sup> Para abordar la falta de información evaluada de manera crítica, la República de Sudáfrica comisionó en febrero de 2015 una Evaluación Ambiental Estratégica para el desarrollo de Gas Shale representada por el Departamento de Asuntos Ambientales con el apoyo de los Departamentos de Energía, Recursos Minerales, Asuntos de Agua y Saneamiento, Ciencia y Tecnología, Agricultura, Silvicultura y Pesca; y los Departamentos Provinciales de los Gobiernos del Este, Oeste y Cabo del Norte.<sup>117</sup>

En la región de Karoo se encuentra el campo, hogar del pueblo nativo de Khoisan y cuenta con una biodiversidad única. La contaminación de los suministros de agua alerta a la sociedad debido a que son escasos y se presenta como un desafío para el desarrollo del fracking.<sup>118</sup> Por otro lado, también existe la preocupación de cómo almacenar y eliminar los nuevos tipos de residuos que se generarán por el fracking. A pesar de que hay una jerarquía de gestión de residuos en Sudáfrica que favorece la reducción de residuos para reutilizarlos y reciclarlos cuando es posible, y políticas de gestión de residuos vigentes, no existen sitios designados para “residuos peligrosos” como el fracking.<sup>119</sup>

Sudáfrica tiene instrumentos jurídicos encargados de proteger el medio ambiente como el Acta Nacional de Gestión Ambiental de 1998, la cual proporciona una gobernanza ambiental y cooperativa mediante el establecimiento de principios para la toma de decisiones sobre asuntos que afectan al medio ambiente. También establece Instituciones que promueven la gobernabilidad cooperativa y procedimientos para coordinar las funciones ambientales ejercidas por los órganos del Estado y atender los asuntos relacionados con el medio ambiente.<sup>120</sup>

La Ley de Residuos de 2008 fue creada para reformar la Ley que regula la gestión de residuos con el fin de proteger la salud y el medio ambiente a través de medidas razonables para la prevención

---

<sup>116</sup> The Guardian, “Fracking stirs controversy in South Africa”, Environment, Energy, 2 de septiembre de 2011, en formato electrónico: <https://www.theguardian.com/environment/2011/sep/02/frack-controversy-south-africa> [consultado el día 29 de enero de 2019].

<sup>117</sup> Scholes Robert *et al.*, “Shale Gas Development in the Central Karoo: A Scientific Assessment of the Opportunities and Risks”, p. 5, en formato electrónico: [http://seasgd.csir.co.za/wp-content/uploads/2016/12/SGD-Scientific-Assessment-Binder1\\_LOW-RES\\_INCL-ADDENDA\\_21Nov2016.pdf](http://seasgd.csir.co.za/wp-content/uploads/2016/12/SGD-Scientific-Assessment-Binder1_LOW-RES_INCL-ADDENDA_21Nov2016.pdf) [consultado el día 19 de enero de 2019].

<sup>118</sup> The Guardian, “Fracking stirs controversy in South Africa”, *Idem*.

<sup>119</sup> Scholes Robert *et al.*, *Op. Cit.*, p. 24.

<sup>120</sup> República de Sudáfrica, “Ley Nacional de Gestión Ambiental, 1998”, p. 2, en formato electrónico: <http://www.kruger2canyons.org/029%20-%20NEMA.pdf> [consultado el día 19 de enero de 2019].

de la contaminación y la degradación ecológica, y para garantizar un desarrollo ecológicamente sostenible. De igual forma proporcionar normas y estándares para regular la gestión de residuos en todas las esferas de gobierno.<sup>121</sup> Con el fin de alcanzar los objetivos de la Ley de Residuos se creó la Estrategia Nacional de Gestión de Residuos y así desarrollar planes y procedimientos sobre la generación, reutilización, reciclaje, recuperación y gestión de estos.<sup>122</sup>

El desarrollo del fracking en la región de Karoo parece un desafío por la escasez de agua y las repercusiones que puede tener en el medio ambiente y la población que habita en ese lugar. Por otro lado, Sudáfrica aún está trabajando para establecer la regulación de lo que implica el fracking; desde su desarrollo hasta el tratamiento de los desechos que se deriven, lo que significa que aún no se cuenta con la infraestructura adecuada ni se han hecho los estudios suficientes para poder entender el impacto que este tendrá y cómo realizar su correcta ejecución.

---

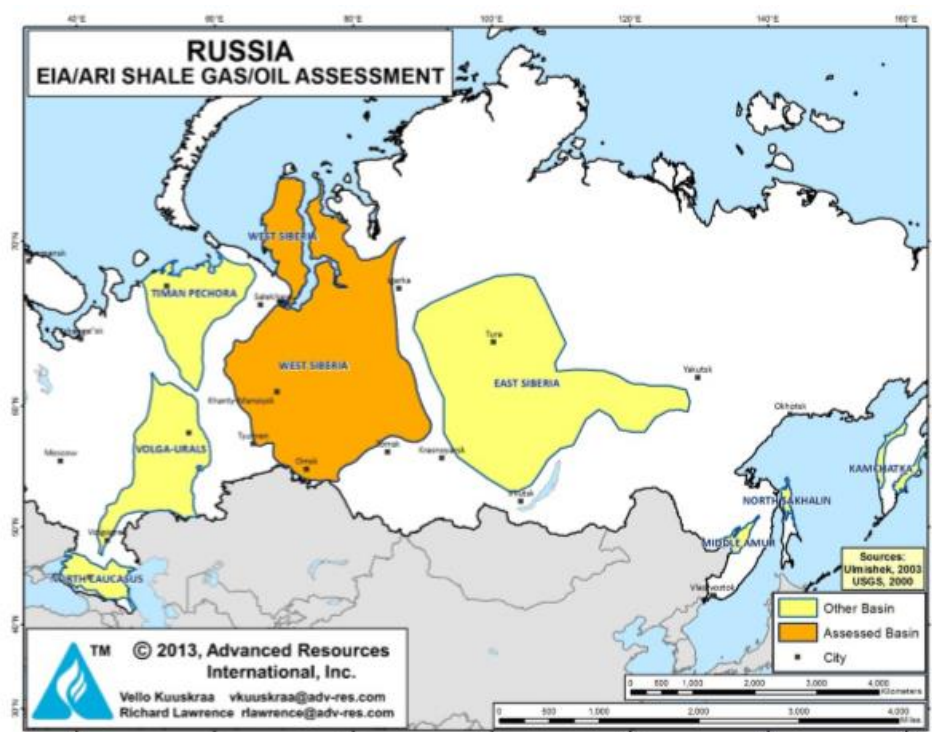
<sup>121</sup> República de Sudáfrica, “Gestión Nacional del Medio Ambiente: Ley de Residuos, 2008”, p. 2, en formato electrónico: [https://www.environment.gov.za/sites/default/files/legislations/nema\\_amendment\\_act59.pdf](https://www.environment.gov.za/sites/default/files/legislations/nema_amendment_act59.pdf) [consultado el día 19 de enero de 2019].

<sup>122</sup> República de Sudáfrica, “Best Practice Guideline for the Establishment and Operation of a Waste Derived Fuels Preparation Facility”, p. 8, en formato electrónico: <http://sawic.environment.gov.za/documents/4948.pdf> [consultado el día 19 de enero de 2019].

### 3.8 Rusia

Rusia no parece estar interesado en la producción de gas shale; gracias a sus vastas reservas de gas y petróleo convencional y por ser más barato de producir. El país no se centrará en desarrollar gas shale en los siguientes años. En 2013, la Directora General Adjunta de Gazprom, Elena Burmistrova, dijo que los recursos de gas convencionales de Rusia hacen que el desarrollo de gas shale no sea económico. Ella mencionó que cuentan con recursos de gas shale, pero no consideran que sea más atractivo que el gas convencional y según sus cálculos económicos no pensaban desarrollarlo dentro de los siguientes cinco a diez años.<sup>123</sup>

Mapa 10. Las cuencas de gas shale en Rusia <sup>124</sup>



Source: ARI, 2013

<sup>123</sup> Petroleum Economist, Russia won't develop shale gas for a decade, en formato electrónico: [https://www.petroleum-economist.com/articles/politics-economics/asia-pacific/2013/russia-wont-develop-shale-gas-for-a-decade?fbclid=IwAR0jFr9awc\\_WsugtyssZvdGywdl1idXnQyna-9ZM9rlz1PbP6wHqE8d-y-l](https://www.petroleum-economist.com/articles/politics-economics/asia-pacific/2013/russia-wont-develop-shale-gas-for-a-decade?fbclid=IwAR0jFr9awc_WsugtyssZvdGywdl1idXnQyna-9ZM9rlz1PbP6wHqE8d-y-l) [consultado el día 9 de febrero de 2019].

<sup>124</sup> EIA, "Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States", *Op. Cit.*, p. 333.

En 2017, Gazprom Neft dio a conocer un programa de perforación a fines de junio, luego de que anunciara que estaba listo para desarrollar reservas de petróleo no convencional en Bazhenov en Siberia Occidental. Sin embargo, esto es sólo un proyecto científico ya que el capital es limitado y aún se necesita mayor experiencia en la administración.

Igualmente existen sanciones occidentales en respuesta a la anexión de Crimea por parte de Rusia en 2014. Las sanciones prohíben a las empresas estadounidenses y europeas proporcionar tecnología o servicios a los proyectos de petróleo shale en el país mencionado.<sup>125</sup> También Gazprom Neft necesita las concesiones fiscales y el financiamiento parcial del gobierno, que aún no se han concretado y, es posible que tampoco aparezcan en un futuro próximo. El Kremlin no parece estar interesado en la energía shale porque no quiere alentar dicha técnica en otros países y el presidente Vladimir Putin ha declarado que se opone al fracking por razones ambientales.

---

<sup>125</sup> Petroleum Economist, Don't hold your breath for Russian shale, en formato electrónico: <http://www.petroleum-economist.com/articles/upstream/exploration-production/2017/dont-hold-your-breath-for-russian-shale> [consultado el día 9 de febrero de 2019].

### 3.9 Brasil

Mientras que las cuencas petrolíferas más abundantes de Brasil se encuentran en alta mar, el país tiene 18 cuencas sedimentarias en su mayor parte subdesarrolladas y poco exploradas en tierra. Tres de estas cuencas: Paraná en el sur y las Solimoes y Amazonas en el norte, según la Administración de Información de Energía de Estados Unidos, cuentan con datos geológicos suficientes para determinar que tienen rocas shale prospectivas. Por otro lado, Brasil tiene una media docena de otras cuencas que pueden tener potencial shale, pero sus sistemas de roca de origen están menos probados y carecen de suficientes datos geológicos disponibles.<sup>126</sup>

Mapa 11. Las cuencas de gas shale en Brasil <sup>127</sup>



En Brasil, a través de la Ronda 12 de 2013, la Agencia Nacional de Petróleo (ANP) licitó áreas con la posibilidad de realizar exploración y explotación de hidrocarburos no convencionales. Para 2014,

<sup>126</sup> EIA, “Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States”, *Op. Cit.*, p. 263.

<sup>127</sup> *Idem.*

la ANP aprobó la Resolución número 21 que regula y establece los requisitos para actividades de fractura hidráulica de hidrocarburos no convencionales.<sup>128</sup>

La Asamblea Legislativa del Estado de Paraná aprobó el proyecto de ley estatal 873/2015 en noviembre del año 2015. Con 45 votos a favor se aprobó una suspensión de 10 años a la licencia de exploración de gas shale a través del método no convencional. El principal argumento declarado por los autores del proyecto de ley es el riesgo de contaminación del suelo y del agua que puede afectar a los 122 municipios donde la exploración se produciría técnicamente.<sup>129</sup> En 2013, la Agencia Nacional de Petróleo, Gas Natural y Biocombustibles de Brasil adjudicó 72 bloques de exploración de gas en el país, 16 de ellos ubicados en Paraná, afectando al Oeste, Suroeste y Noroeste del Estado.

Con base en la información encontrada, no hay operaciones de exploración o explotación de hidrocarburos no convencionales en Brasil. Debido a los impactos ambientales y a la contaminación del agua y las actividades de agricultura algunos congresistas buscan prohibir la opción del fracking no sólo en Paraná sino también en Brasil. El congresista Rasca Rodrigues mencionó que hay muchos estudios que demuestran los impactos causados por el uso del fracking y por lo tanto detendrán este método de extracción hasta estar seguros sobre sus consecuencias. De igual forma, las pruebas de inducción de terremotos son otro tema que preocupa a los legisladores y buscan suspenderlas por el daño que causa a las personas y a los edificios en Paraná.

---

<sup>128</sup> Pérez, Castellón Ariel, “El desembarco del fracking en América Latina”, p. 161, en formato electrónico: <https://farn.org.ar/wp-content/uploads/2016/07/11Castello%CC%81n.pdf> [consultado el día 19 de enero de 2019].

<sup>129</sup> “In an unprecedented decision, state congress in Paraná, Brazil, bans fracking operations”, 350.org, en formato electrónico: <https://350.org/press-release/in-an-unprecedented-decision-state-congress-in-parana-brazil-bans-fracking-operations/> [consultado el día 19 de enero de 2019].

#### 4. Otros países

Se puede encontrar otros países que no están posicionados en el ranking del top ten de la EIA que desarrollan el fracking o buscan ejecutarlo. Nueva Zelandia produce cantidades pequeñas de coal bed methane y gas tight;<sup>130</sup> Malasia exporta gas natural licuado (LNG);<sup>131</sup> En Europa, Polonia tiene grandes reservas y está persiguiendo el fracking. Por otro lado, la infraestructura subdesarrollada, las deficiencias regulatorias y la poca competencia en su mercado de gas junto con el pobre resultado en los pozos exploratorios han dado lugar a que las empresas abandonen sus planes de producción.<sup>132</sup>

Entre los países que prohibieron el fracking se encuentra Francia: en el 2011 prohibió el fracking hasta que se pruebe que la exploración de shale gas no afecte al medio ambiente. Escocia: En 2015 el gobierno prohíbe el fracking porque necesita realizar evaluaciones en salud pública y ambiental para su desarrollo como práctica. Bulgaria: en el 2012 hubo protesta por parte de la población contra la contaminación del agua con el lema “stop fracking with our water” “Chevron go home”, el parlamento decide poner una moratoria al fracking.<sup>133</sup>

En Alemania se prohíbe el fracking en 2012 por primera vez y en 2014 lo reafirma Barbara Hendricks, ministra del Medio Ambiente, quien declaró que hasta que no se compruebe que es inofensivo entonces estará prohibido. En Irlanda e Irlanda del Norte, Holanda y Gales las preocupaciones ambientales han resultado en prohibiciones de perforación y moratorias en la exploración de shale. En Reino Unido y Rumania existe una fuerte oposición al fracking porque se cuestiona su legitimidad para alargar la vida de recursos que al final se agotaran y que ponen en peligro el suministro de otro realmente indispensable: el agua dulce.<sup>134</sup>

---

<sup>130</sup> GEreports, Fracking: popular in some places, mixed reaction in others, en formato electrónico: <https://gereports.ca/fracking-popular-in-some-places-mixed-reaction-in-others/#> [consultado el día 19 de noviembre de 2018].

<sup>131</sup> IEA, Natural gas, *Idem*.

<sup>132</sup> Lozano, Maya Juan Roberto, *Idem*.

<sup>133</sup> One Green Planet, These 4 Countries Have Banned Fracking ... Why Can't the U.S. Get On Board?, en formato electrónico: <http://www.onegreenplanet.org/environment/countries-except-united-states-that-have-banned-fracking/> [consultado el día 13 de julio de 2018].

<sup>134</sup> Asamblea contra la Fractura Hidráulica Burgos, “La extracción de Gas No Convencional y la Fractura Hidráulica Permisos en Burgos”, p. 2, en formato electrónico: <http://www.comimsa.com.mx/cit/data/GasShale/6La%20extracci%C3%B3n%20de%20Gas%20No%20Convencional.pdf> [consultado el día 3 de octubre de 2016].

Con base en información proporcionada por la IEA, Europa es un área que no desarrolla el fracking por diferentes razones: su geología es poco favorable ya que los plays de shale son más profundos, lo que implica mayores costos, por su alto contenido en arcilla el desarrollo del fracking es más caro y existen obstáculos regulatorios que impiden esta actividad extractiva como prohibiciones absolutas hasta requisitos de licencias excesivos. En general existe un sentimiento anti-fracking en la región y varios gobiernos europeos exigen más investigación sobre el fracking antes de llevarlo a cabo.<sup>135</sup>

---

<sup>135</sup> IEA, “Gas security in Europe”, p. 15, en formato electrónico: <https://euagenda.eu/publications/gas-security-in-europe-summary-of-the-analysis-and-recommendations-provided-to-the-group-of-seven-g7-2015-2016> [consultado el día 4 de mayo de 2018].



### *5. Los efectos del fracking en el medio ambiente y la salud*

Los efectos de la fracturación hidráulica en el medio ambiente y la salud han causado preocupación entre la sociedad civil, los investigadores y defensores del medio ambiente. Un artículo publicado por el Instituto Nacional de Ciencias de la Salud Ambiental de Estados Unidos (NIEHS, por sus siglas en inglés) detalla los posibles efectos en el agua, el aire, y la salud de las personas.

La contaminación del agua puede ocurrir a través de dos formas; la primera, es cuando los productos químicos viajan a través de las grietas en la roca hacia una fuente subterránea de agua potable. La segunda, es cuando no se contiene el reflujos de manera correcta durante el proceso del fracking provocando que el agua utilizada pueda salir del pozo. Además, los sitios de perforación pueden afectar la calidad del aire por los productos químicos y la arena utilizados en el proceso; cualquier proceso de combustión puede liberar sustancias químicas tóxicas en el aire.<sup>136</sup>

En el ámbito de la salud el Instituto Nacional ha identificado tres riesgos derivados de la fracturación hidráulica:

1. Inhalación de arena de sílice causando enfermedades pulmonares.
2. Exposición a derrames químicos.
3. Exposición por operación de reflujos; los trabajadores están expuestos a altos niveles de hidrocarburos volátiles que pueden ser tóxicos.

---

<sup>136</sup> National Institute of Environmental Health Sciences, Hydraulic Fracturing & Health, en formato electrónico: <https://www.niehs.nih.gov/health/topics/agents/fracking/index.cfm> [consultado el día 9 de mayo de 2022].

En 2019 un estudio publicado en la enciclopedia de investigación de Oxford de la salud pública mundial mostró el resultado de investigadores que analizaron cientos de artículos sobre los impactos del fracking en la comunidad y la salud. Los investigadores se enfocaron en el diseño de esos estudios para garantizar que fueran científicamente válidos y luego resumieron los impactos en la salud durante la última década:

- Partos prematuros
- Embarazos de alto riesgo
- Asma
- Migrañas
- Fatiga
- Síntomas nasales y sinusales
- y trastornos de la piel.

La autora de dicho estudio Irena Gorsku comenta que se tienen las suficientes evidencias para conocer los impactos de la salud a causa del fracking y que deberían ser preocupación para quienes formulan las políticas públicas de salud.<sup>137</sup>

Otro impacto que se tiene también documentado es el aumento de sismos en zonas donde se realiza el fracking. Un ejemplo de esto es lo que pasa en el Estado de Texas. En el año 2021 hubo un aumento de actividad sísmica, más de 200 sismos de magnitud 3 o superior sacudieron al Estado. La cifra representa más del doble de los 98 registrados en 2020 según un análisis de datos estatales de la Oficina de Geología Económica de la Universidad de Texas en Austin. Los estudios científicos muestran que el aumento de los temblores es casi con certeza una consecuencia de la eliminación de grandes cantidades de agua salada contaminada en las profundidades subterráneas.<sup>138</sup>

---

<sup>137</sup> Environmental Health News, After a decade of research, here's what scientists know about the health impacts of fracking, en formato electrónico: <https://www.ehn.org/health-impacts-of-fracking-2634432607.html> [consultado el día 9 de mayo de 2022].

<sup>138</sup> The Texas Tribune, Earthquakes in Texas doubled in 2021. Scientists cite years of oil companies injecting sludgy water underground, en formato electrónico: <https://www.texastribune.org/2022/02/08/west-texas-earthquakesfracking/#:~:text=More%20than%20200%20earthquakes%20of,University%20of%20Texas%20at%20Austin> [consultado el día 9 de mayo de 2022].

La actividad sísmica se concentra en la cuenca Pérmica del oeste de Texas, región más productiva de gas y petróleo. Gardendale, Odessa y Midland son los lugares donde se han experimentado más temblores y de mayor magnitud. El científico Alexandros Savvaidis mencionó que los volúmenes acumulados de agua aumentan la presión y esa es la fuerza que provoca el deslizamiento de la falla.

Lo anterior comprueba el desastre ambiental y daños a la salud que se genera con la fractura hidráulica. Es un tema importante para reflexionar puesto que no todos los países cuentan con los recursos hídricos, tecnología o subsidio para realizar el fracking y no se toman en cuenta los impactos tan dañinos a la sociedad.

## Conclusión

El desarrollo del fracking ha sido impulsado por Estados Unidos, país pionero en la explotación de gas shale a través de este método. El país del norte cuenta con ciertos factores que han posibilitado que esta forma de extracción les permita cubrir su demanda de gas nacional y a colocarse como uno de los mayores productores de gas y petróleo en el mundo. Principalmente Estados Unidos cuenta con el subsidio del gobierno y el desarrollo tecnológico para realizarlo.

En el ámbito internacional se encuentra que hay países que al buscar la seguridad energética intentan promover el fracking como método de extracción. Sin embargo, no todos cuentan con factores y circunstancias como las de Estados Unidos que les faculten tener ese éxito y optar por ese procedimiento de producción.

Tomando el top ten de países con más recursos shale de la EIA, en su informe "Recursos técnicamente recuperables de petróleo y gas shale: una evaluación de 137 formaciones de shale en 41 países fuera de los Estados Unidos", se encuentra que en la mayoría de los países no se ha llevado a cabo con éxito la extracción de recursos mediante el fracking. Los puntos por los cuáles no se ha podido lograr varían dependiendo el país, pero en la mayoría se encuentra una opinión negativa hacia este por los impactos y costos que conlleva.

El interés de otros países en extraer recursos del shale aumentó con el éxito que tuvo Estados Unidos y por los informes emitidos por parte de la EIA sobre los recursos shale en el mundo. Por otro lado, el país impulsor ha utilizado la promoción de este método como una estrategia geopolítica que responde a reposicionarse a nivel internacional mediante su política y seguridad energética; Estados Unidos busca debilitar a los países de la OPEP y a disminuir la dependencia energética sobre Rusia por parte de otros países, específicamente los de Europa. Asimismo, la promoción del fracking quiere asegurar la venta de la tecnología de las empresas especializadas estadounidenses.

Con base en la investigación del desarrollo del fracking en el mundo, se detectan argumentos de los países para su implementación, pero no todos tienen los recursos naturales como económicos ni la regulación para realizarlo. De manera general los que lo han llevado a cabo buscan garantizar

la seguridad energética y obtener las ganancias de la producción. Por otro lado, la oposición al desarrollo de esta técnica por parte de la población y la academia es muy notoria pues existen impactos documentados sobre el fracking en diferentes ámbitos que podrían derivar más en una preocupación antes que en la satisfacción de distintos intereses.

En la mayoría de los países existe preocupación por la falta de regulación con respecto al agua, al medio ambiente y básicamente al impacto que este puede tener. Además, la salud de las personas es un tema que preocupa a la sociedad y se exige que primero se realicen las investigaciones necesarias para asegurar que no existen afectaciones tanto al medio ambiente, a otros recursos como el agua que es vital y, a la salud como consecuencia de esta técnica.

De manera general, existen distintos desafíos para poder llevar a cabo el fracking fuera de los Estados Unidos. Por ejemplo, algunos países buscan implementarlo, pero no poseen todas las condiciones para ello a lo que se le suma una fuerte oposición por los costos y los impactos principalmente en el medio ambiente. Si bien la Agencia de Información de Energía de los Estados Unidos ha estimado reservas de muchos países, no son reservas probadas sino posibles, por lo que la puesta en marcha de esta técnica responde a los intereses internos y externos que existen como la independencia energética y asegurar la venta de la tecnología a las compañías estadounidenses.

Glosario.

**ANP:** Agencia Nacional de Petróleo

**BTU:** British Thermal Units (unidades térmicas británicas) medida de energía en la que se expresan los precios del gas natural; su conversión en m<sup>3</sup> depende del valor del poder calorífico del gas en cuestión, se estima que 1 MBTU equivale a 25,22 Nm<sup>3</sup>, normal metros cúbicos.

**CNOOC:** The China National Offshore Oil Corporation (La Corporación Nacional de Petróleo Marino de China)

**EIA:** The Energy Information Administration (La Administración de Información de Energía de los Estados Unidos)

**GNL:** (gas natural licuado)

**IESC:** The Independent Expert Scientific Committee on Coal Seam Gas and Large Coal Mining Development (El Comité independiente de Científicos Expertos en Gas Coal y el Gran Desarrollo de la Minería del Carbón)

**MMb/d:** million barrels per day (millones de barriles por día)

**MMMMpc:** Billones de pies cúbicos

**mmscf/d:** Million standard cubic feet per day (millones de pies cúbicos estándar diarios)

**NIEHS:** The National Institute of Environment Health Sciences (El Instituto Nacional de Ciencias de la Salud Ambiental de Estados Unidos)

**nm:** nanómetro

**NPACSG:** The National Partnership Agreement for the Regulation of Coal Seam Gas (Acuerdo de Asociación Nacional para la Regulación del Coal Seam Gas)

**PEMEX:** Petróleos Mexicanos

**PPTC:** The Pressure Pumping Technology (El Centro de Tecnología de Bombeo a Presión)

**RMB:** renminbi (moneda de China)

**SEI:** The Stockholm Environment Institute (El Instituto del Medio Ambiente de Estocolmo)

**SENER:** Secretaría de Energía

**Tcf:** trillion cubic feet (billones de pies cúbicos)

**WCSB:** The Western Canadian Sedimentary Basin (La cuenca Sedimentaria del Oeste de Canadá)

**YPF:** Yacimientos Petróleos Fiscales

## **Fuentes de consulta.**

### Bibliografía

- Allison, Graham T. *Essence of decision. Explaining the Cuban Missile Crisis*. Estados Unidos: Librería del Congreso, 1971.
- Deutch, John M, *The Global Revolution of Unconventional Oil*, FEEM PRESS, Milan, Italia, 2014.
- Díaz, César Augusto, “México en la ideología de los combustibles fósiles no convencionales”, *Sociología Política del colapso climático antropogénico. Capitalismo fósil, explotación de combustibles no convencionales y geopolítica de la energía*. México: CISAN, 2018.
- Fundar, Centro de Análisis e Investigación, A.C. *Las actividades extractivas en México: Estado actual. Anuario 2016*. Ciudad de México: fundar, 2017.
- Huntington, Samuel P, *Political Order in Changing Societies*, Yale University Press, Estados Unidos, 1968.
- Keohane, Robert O., *Instituciones internacionales y poder estatal: ensayos sobre teoría de las relaciones internacionales*, Grupo Editor Latinoamericano, Buenos Aires, Argentina, 1993.

### Hemerografía

- Acel, Miriam R., “The lay of the land: the public, participation and policy in China’s fracking frenzy”, ELSEVIER, *The Extractive Industries and Society*, 2018.
- Asamblea contra la Fractura Hidráulica Burgos, “La extracción de Gas No Convencional y la Fractura Hidráulica Permisos en Burgos” en formato electrónico:  
<http://www.comimsa.com.mx/cit/data/GasShale/6La%20extracci%C3%B3n%20de%20Gas%20No%20Convencional.pdf> [consultado el día 3 de octubre de 2016].
- Bocardo, Ana Bárbara, “Análisis de la crisis actual del Mercosur desde la teoría de la decisión. Una aplicación práctica de los Modelos de Toma de Decisión de Graham Allison”, *Revista STUDIA POLITICÆ*, Facultad de Ciencia Política y Relaciones Internacionales, de la Universidad Católica de Córdoba, n. 7, primavera/verano 2005 - 2006, en formato electrónico:  
<http://revistas.bibdigital.uccor.edu.ar/index.php/Prueba2/article/viewFile/598/669> [consultado el día 12 de octubre de 2018].
- Boersma, Tim *et al.*, Brookings Institution, “Shale Gas in Algeria. No Quick Fix”, *The Energy Security and Climate Initiative*, Noviembre 2015, en formato electrónico:

[https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/07/no\\_quick\\_fix\\_final-2.pdf](https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2016/07/no_quick_fix_final-2.pdf)

[consultado el día 20 de enero de 2019].

C. Zou *et al.* Geological characteristics, main challenges and future prospect of shale gas. *Journal of Natural Gas Geoscience* 2 (2017), pp. 273 - 288.

Canadian Society for Unconventional Gas, "Understanding Hydraulic Fracturing", en formato electrónico: [https://www.csur.com/sites/default/files/Hydr\\_Frac\\_FINAL\\_CSUR.pdf](https://www.csur.com/sites/default/files/Hydr_Frac_FINAL_CSUR.pdf)

[consultado el día 12 de julio de 2017].

Canadian Society for Unconventional Gas, "Understanding Shale Gas in Canada", en formato electrónico: [http://www.csur.com/sites/default/files/shale\\_gas\\_English\\_Web.pdf](http://www.csur.com/sites/default/files/shale_gas_English_Web.pdf)

[consultado el día 3 de octubre de 2016].

Comisión Nacional de Hidrocarburos, "RESERVAS DE HIDROCARBUROS EN MÉXICO CONCEPTOS FUNDAMENTALES Y ANÁLISIS 2018", en formato electrónico:

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/435679/20190207\\_CNH-Reservas\\_2018\\_vf\\_V7.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/435679/20190207_CNH-Reservas_2018_vf_V7.pdf) [consultado el día 19 de julio de 2019].

Da, Ypung Kim, "A lesson from the Shale Revolution in the United States, Canada and China", en formato electrónico: <https://gielr.files.wordpress.com/2018/02/zsk00417000747.pdf>

[consultado el 14 de marzo de 2019].

De la Vega, Ángel *et al.*, "El Gas de Lutitas (Shale Gas) en México. Recursos, explotación, usos, impactos", en formato electrónico:

<http://www.revistas.unam.mx/index.php/ecu/article/view/47443/42700> [consultado el día 27 de noviembre de 2016].

Deutch, John M, *The Global Revolution of Unconventional Oil*, FEEM PRESS, Milan, Italia, 2014.

EIA, "Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States", en formato electrónico:

[https://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/archive/2013/pdf/fullreport\\_2013.pdf](https://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/archive/2013/pdf/fullreport_2013.pdf)

[consultado el día 19 de noviembre de 2018].

EIA, "World Shale Gas Resources: An Initial Assessment of 14 Regions Outside the United States", en formato electrónico:

[https://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/archive/2011/pdf/fullreport\\_2011.pdf](https://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/archive/2011/pdf/fullreport_2011.pdf)

[consultado el día 19 de noviembre de 2018].

Energy Information Administration, "Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: Canada", en formato electrónico:



[https://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/pdf/Canada\\_2013.pdf](https://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/pdf/Canada_2013.pdf) [consultado el día 3 de noviembre de 2016].

Fernández, de Castro Rafael, “Perspectivas teóricas en los estudios de la relación México-Estados Unidos: el caso de la cooperación intergubernamental”, en formato electrónico:

[https://www.jstor.org/stable/j.ctv3f8q79.4?refreqid=excelsior%3A568e0aab09bc19e5f4b9d7b28d676a6b&seq=1#metadata\\_info\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/j.ctv3f8q79.4?refreqid=excelsior%3A568e0aab09bc19e5f4b9d7b28d676a6b&seq=1#metadata_info_tab_contents) [consultado el día 20 de marzo de 2019].

García, Portero Juan, “Hidrocarburos no convencionales (I) Conceptos básicos, historia, potencialidad y situación actual”, Revista Tierra y Tecnología, Ilustre Colegio Oficial de Geólogos, n.41, Primer Semestre de 2012, en formato electrónico:

<http://www.icog.es/TyT/index.php/2013/02/hidrocarburos-no-convencionales-i/> [consultado el día 12 de julio de 2017].

Generation Energy Council Report. “CANADA’S ENERGY TRANSITION. Getting to Our Energy Future, Together”, en formato electrónico:

[https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/energy/CoucilReport\\_june27\\_English\\_Web.pdf](https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/energy/CoucilReport_june27_English_Web.pdf) [consultado el día 20 de agosto de 2020].

International Energy Agency, “Golden rules for a Golden age of gas”, en formato electrónico:

[http://piketty.pse.ens.fr/files/capital21c/xls/RawDataFiles/WEO2012\\_GoldenRulesReport.pdf](http://piketty.pse.ens.fr/files/capital21c/xls/RawDataFiles/WEO2012_GoldenRulesReport.pdf) [consultado el 18 de julio de 2019].

Jaffe, Amy Myers, “The status of World oil reserves: Conventional and unconventional resources in the future supply mix”, en formato electrónico:

<https://www.bakerinstitute.org/media/files/Research/15260210/EF-pub-WorldOilReserves-101911.pdf> [consultado el día 17 de junio de 2017].

La Jornada, “Comunidades decididas a proteger su agua del fracking”, *La jornada del campo*, Canadá, 15 de noviembre de 2014, en formato electrónico:

<https://www.jornada.com.mx/2014/11/15/cam-agua.html> [consultado el día 29 de enero de 2019].

Lozano, Maya Juan Roberto, “The United States experience as a reference of success for shale gas development: The case of Mexico”, Periódico Energy Policy, Volumen 62, Noviembre 2013, en formato electrónico:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421513007313> [consultado el día 17 de junio de 2017].

- Mintz, A., & DeRouen Jr, K. (2010). The Rational Actor Model. In Understanding Foreign Policy Decision Making (pp. 57-67). Cambridge: Cambridge University Press.
- Pérez, Castellón Ariel, "EL DESEMBARCO DEL FRACKING EN AMÉRICA LATINA", en formato electrónico: <https://farn.org.ar/wp-content/uploads/2016/07/11Castello%CC%81n.pdf> [consultado el día 19 de enero de 2019].
- Petroquimex, "Análisis de la Reforma Energética después de tres años de su implementación", Petroquimex - La Revista de la Industria Energética, Edición 97: Enero-Febrero 2019, en formato electrónico: <https://petroquimex.com/analisis-de-la-reforma-energetica-despues-de-tres-anos-de-su-implementacion/> [consultado el día 13 de noviembre de 2019].
- República de Sudáfrica, "Best Practice Guideline for the Establishment and Operation of a Waste Derived Fuels Preparation Facility", en formato electrónico: <http://sawic.environment.gov.za/documents/4948.pdf> [consultado el día 19 de enero de 2019].
- República de Sudáfrica, "Gestión Nacional del Medio Ambiente: Ley de Residuos, 2008", en formato electrónico: [https://www.environment.gov.za/sites/default/files/legislations/nema\\_amendment\\_act59.pdf](https://www.environment.gov.za/sites/default/files/legislations/nema_amendment_act59.pdf) [consultado el día 19 de enero de 2019].
- República de Sudáfrica, "Ley Nacional de Gestión Ambiental, 1998", en formato electrónico: <http://www.kruger2canyons.org/029%20-%20NEMA.pdf> [consultado el día 19 de enero de 2019].
- Rivard, Christine *et al.*, International Journal of Coal Geology, "An overview of Canadian shale gas production and environmental concerns", ELSEVIER, Volumen 126, 2014.
- Scholes Robert *et al.*, "Shale Gas Development in the Central Karoo: A Scientific Assessment of the Opportunities and Risks", en formato electrónico: [http://seasgd.csir.co.za/wp-content/uploads/2016/12/SGD-Scientific-Assessment-Binder1\\_LOW-RES\\_INCL-ADDENDA\\_21Nov2016.pdf](http://seasgd.csir.co.za/wp-content/uploads/2016/12/SGD-Scientific-Assessment-Binder1_LOW-RES_INCL-ADDENDA_21Nov2016.pdf) [consultado el día 19 de enero de 2019].
- Scotchman Iain C., Proceedings of the Geologists' Association, "Shale gas and fracking: exploration for unconventional hydrocarbons", ELSEVIER, Volumen 127, 2016.
- SENER, "Plan quinquenal de expansión del sistema de transporte y almacenamiento nacional integrado de gas natural 2020- 2024" en formato electrónico: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/591600/2PQ\\_SISTRANGAS\\_2020\\_2024\\_05-11-2020\\_.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/591600/2PQ_SISTRANGAS_2020_2024_05-11-2020_.pdf) [consultado el día 3 de junio de 2018].

SENER, “Programa Quinquenal de Licitaciones para la Exploración y Extracción de Hidrocarburos 2015 - 2019”, en formato electrónico:

[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/457887/PQ-Abril\\_con\\_Accesibilidad-img\\_sin\\_texto\\_alt\\_en\\_tablas.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/457887/PQ-Abril_con_Accesibilidad-img_sin_texto_alt_en_tablas.pdf) [consultado el día 18 de mayo de 2019].

The Guardian, “Fracking stirs controversy in South Africa”, Environment, Energy, 2 de septiembre de 2011, en formato electrónico:

<https://www.theguardian.com/environment/2011/sep/02/frack-controversy-south-africa> [consultado el día 29 de enero de 2019].

The Texas Tribune, “Earthquakes in Texas doubled in 2021. Scientists cite years of oil companies injecting sludgy water underground”, en formato electrónico:

<https://www.texastribune.org/2022/02/08/westtexasearthquakesfracking/#:~:text=More%20than%20200%20earthquakes%20of,University%20of%20Texas%20at%20Austin> [consultado el día 9 de mayo de 2022].

Union of Concerned Scientists, “Shale Gas and Other Unconventional Sources of Natural Gas”, en formato electrónico: <https://www.ucsusa.org/clean-energy/coal-and-other-fossil-fuels/shale-gas-unconventional-sources-natural-gas#.W9pDVJNKjIU> [consultado el día 11 de octubre de 2018].

University of South Australia, Bubna-Litic Karen, “Fracking in Australia: The future in South Australia?”, Environmental and Planning Law Journal, Enero 2015, p. 437.

Vargas, Rosío, “Geopolítica del shale gas y el tight oil en Norteamérica”, en formato electrónico:

<https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/9/4059/24.pdf> [consultado el día 23 de marzo de 2019].

Vargas, Rosío, “Perspectivas para el Shale Gas”, Petroquimex - La Revista de la Industria Energética, Edición 80: Marzo-Abril 2016, en formato electrónico:

<https://petroquimex.com/PDF/MarAbr16/La-Revolucion-de-Shale.pdf> [consultado el día 3 de junio de 2018].

## Cibergrafía

Ávila, Yuriria, “El Sabueso: AMLO dice que la Reforma Energética es un fracaso, ¿pero qué ha dejado a favor y en contra su aprobación?”, Animal Político, en formato electrónico:

<https://www.animalpolitico.com/elsabueso/reforma-energetica-amlo-fracaso-resultados/> [consultado el día 13 de noviembre de 2019].

EIA, TODAY IN ENERGY, Algeria is reforming its laws to attract foreign investment in hydrocarbons, en formato electrónico: <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=22352> [consultado el día 20 de enero de 2019].

Encyclopédie de l'énergie, ¿Por qué el fracking en Argentina?, en formato electrónico: <https://www.encyclopedie-energie.org/por-que-el-fracking-en-argentina/> [consultado el día 17 de enero de 2019].

Environmental Health News, After a decade of research, here's what scientists know about the health impacts of fracking, en formato electrónico: <https://www.ehn.org/health-impacts-of-fracking-2634432607.html> [consultado el día 9 de mayo de 2022].

Erickson Peter, "Federal subsidies boosted US shale oil and gas profits by billions of dollars, study finds", en formato electrónico: <https://www.sei.org/about-sei/press-room/subsidies-shale-oil-and-gas-profits/> [consultado el día 24 de febrero de 2022].

GEreports, Fracking: popular in some places, mixed reaction in others, en formato electrónico: <https://gereports.ca/fracking-popular-in-some-places-mixed-reaction-in-others/#> [consultado el día 19 de noviembre de 2018].

Grupo Argentino de Proveedores Petroleros, Ranking: Cuáles son los principales productores de petróleo en América Latina. Top ten mundial, en formato electrónico: <http://www.gapp-oil.com.ar/foro/internacionales/ranking-cuales-son-los-principales-productores-de-petroleo-en-america-latina-top-ten-mundial/> [consultado el día 12 de octubre de 2018].

"In an unprecedented decision, state congress in Paraná, Brazil, bans fracking operations", 350.org, en formato electrónico: <https://350.org/press-release/in-an-unprecedented-decision-state-congress-in-parana-brazil-bans-fracking-operations/> [consultado el día 19 de enero de 2019].

IEA, "GAS SECURITY IN EUROPE", en formato electrónico: <https://euagenda.eu/publications/gas-security-in-europe-summary-of-the-analysis-and-recommendations-provided-to-the-group-of-seven-g7-2015-2016> [consultado el día 4 de mayo de 2018].

IEA, Natural gas, en formato electrónico: <https://www.iea.org/about/faqs/naturalgas/> [consultado el día 21 de marzo de 2018].

Investopedia, "Fracking Can't Happen Without These Companies", Investing, 26 de febrero de 2018, en formato electrónico: <https://www.investopedia.com/articles/markets/080814/fracking-cant-happen-without-these-companies.asp> [consultado el día 23 de marzo de 2019].

LA NACION, “Repsol aprobó el acuerdo: Argentina le pagará 5.000 millones de dólares por la expropiación de YPF”, ECONOMÍA, 26 de febrero de 2014, en formato electrónico: <https://www.lanacion.com.ar/1667245-repsol-aprobo-el-acuerdo-argentina-le-pagara-5000-millones-de-dolares-por-la-expropiacion-de> [consultado el día 17 de enero de 2019].

Mother Jones, “How Hillary Clinton’s State Department Sold Fracking to the World”, Environment, Septiembre/ Octubre 2014, en formato electrónico: <https://www.motherjones.com/politics/2014/09/hillary-clinton-fracking-shale-state-department-chevron/1171/> [consultado el día 23 de marzo de 2019].

National Institute of Environmental Health Sciences, Hydraulic Fracturing & Health, en formato electrónico: <https://www.niehs.nih.gov/health/topics/agents/fracking/index.cfm> [consultado el día 9 de mayo de 2022].

National Institute of Environmental Health Sciences, Hydraulic Fracturing & Health, en formato electrónico: <https://www.niehs.nih.gov/health/topics/agents/fracking/index.cfm>, [consultado el día 9 de mayo de 2022].

One Green Planet, These 4 Countries Have Banned Fracking ... Why Can’t the U.S. Get On Board?, en formato electrónico: <http://www.onegreenplanet.org/environment/countries-except-united-states-that-have-banned-fracking/> [consultado el día 13 de julio de 2018].

PennState, Conference: Global Implications of U.S. Self-Sufficiency in Oil and Gas, en formato electrónico: <https://www.smeal.psu.edu/cgbs/events/conference-global-implications-of-u-s-self-sufficiency-in-oil-and-gas> [consultado el día 23 de marzo de 2019].

Pérez Castellón Ariel, “EL DESEMBARCO DEL FRACKING EN AMÉRICA LATINA”, en formato electrónico: <https://farn.org.ar/wp-content/uploads/2016/07/11Castello%CC%81n.pdf> [consultado el día 19 de enero de 2019].

Petroleum Economist, Don't hold your breath for Russian shale, en formato electrónico: <http://www.petroleum-economist.com/articles/upstream/exploration-production/2017/dont-hold-your-breath-for-russian-shale> [consultado el día 9 de febrero de 2019].

Petroleum Economist, Russia won't develop shale gas for a decade, en formato electrónico: [https://www.petroleum-economist.com/articles/politics-economics/asia-pacific/2013/russia-wont-develop-shale-gas-for-a-decade?fbclid=IwAR0jFr9awc\\_WsugtyssZvdGywdl1idXnQyna-9ZM9rlz1PbP6wHqE8d-y-l](https://www.petroleum-economist.com/articles/politics-economics/asia-pacific/2013/russia-wont-develop-shale-gas-for-a-decade?fbclid=IwAR0jFr9awc_WsugtyssZvdGywdl1idXnQyna-9ZM9rlz1PbP6wHqE8d-y-l), [consultado el día 9 de febrero de 2019].

“Pressure Pumping: Which are the Biggest Fracking Companies?”, Drillers.com, en formato electrónico: <https://drillers.com/pressure-pumping-which-are-the-biggest-fracking-companies/> [consultado el día 23 de marzo de 2019].

Resilience.org, The Problem with EIA Shale Gas and Tight Oil Forecasts, en formato electrónico: <https://www.resilience.org/stories/2018-04-03/the-problem-with-eia-shale-gas-and-tight-oil-forecasts/> [consultado el día 2 de febrero de 2022].

Smyth Jamie, Financial Times, “Australia aims to replicate US shale revolution in Northern Territory”, 17 de abril de 2018, en formato electrónico: <https://www.ft.com/content/4111b0c6-4205-11e8-803a-295c97e6fd0b> [consultado el día 19 de enero de 2019].

The globe and mail, “Fracking popular in some places mixed reactions in others”, en formato electrónico: <https://www.theglobeandmail.com/partners/ge-innovation/fracking-popular-in-some-places-mixed-reaction-in-others/article20074775/> [consultado el día 9 de febrero de 2019].

U.S. Energy Information Administration, World Shale Resource Assessments, en formato electrónico: <https://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/> [consultado el día 12 de octubre de 2018].