

SEGUNDA PARTE

PANORAMA JURÍDICO Y SOCIOAMBIENTAL DE LA TÉCNICA DE FRACTURACIÓN HIDRÁULICA EN MÉXICO

CAPÍTULO SEGUNDO

FACTORES ECONÓMICOS, SOCIALES Y JURÍDICOS RELEVANTES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA TÉCNICA DE FRACTURACIÓN HIDRÁULICA EN MÉXICO

Históricamente, los países petroleros han explorado y explotado los campos de hidrocarburos de fácil acceso y mayor tamaño, dejándose para después aquellos de más difícil acceso (aguas profundas y yacimientos no convencionales); pues el aprovechamiento de estos últimos requiere de técnicas especializadas y mayores costos de inversión, como la técnica de fracturación hidráulica. No obstante, la cantidad de reservas de hidrocarburos en yacimientos convencionales a nivel mundial está en descenso, razón por la que se ha optado por la extracción de recursos fósiles provenientes de yacimientos no convencionales, tal y como ocurrió en EUA; sin embargo, a partir de los años noventa, la cantidad de hidrocarburos que se extrae es menor a la demanda; por ello, se ubica en esta fecha el inicio del desastre energético a nivel mundial (Sánchez, 2015). Otro factor que impulsó la explotación de yacimientos no convencionales fue que el precio del petróleo empezó a subir hasta superar los 80-90 dólares por barril, considerándose la actividad de *fracking* redituable (Ferrari, 2014).

Ahora bien, diversas fueron las justificaciones de la reforma constitucional energética realizada en 2013 en México, tales como la existencia de los problemas de producción por los que atravesaba Pemex, así como la necesidad creciente de satisfacer las necesidades de la población, por lo que se apostó por la creación de una normativa que permitiera la utilización de la técnica de fracturación hidráulica, cuya lógica responde a las exigencias de EUA y no a una planeación energética nacional que vaya de la mano con la normatividad existente en México en materia de interés social y protección ambiental.

Por lo anterior, en el presente capítulo se analiza la relevancia que tienen para el desarrollo de los países los hidrocarburos localizados en los yacimientos no convencionales, la participación de EUA en la reforma consti-

tucional energética de México, la importancia de Pemex como EPE para el sector energético mexicano y las respectivas implicaciones constitucionales de dicha reforma.

I. LA RELEVANCIA GLOBAL DE LOS HIDROCARBUROS LOCALIZADOS EN YACIMIENTOS NO CONVENCIONALES

Un yacimiento es una unidad del subsuelo constituida por roca permeable que contiene petróleo, gas y agua, el cual conforma un solo sistema (Sener, 2012: 19).

Los dos tipos de yacimiento de hidrocarburos que son de interés para el presente estudio son: el convencional y el no convencional. La identificación del funcionamiento de estos yacimientos permitirá comprender las justificaciones que dieron origen al desarrollo de la técnica de fracturación hidráulica; ya que, sin ella, grandes cantidades de hidrocarburos no habrían podido extraerse bajo los procedimientos tradicionales.

De conformidad con el artículo 4o., fracción XX de la LH, se entiende por hidrocarburo al petróleo, gas natural, condensados, líquidos del gas natural e hidratos de metano (DOF, 2014a). Bajo una visión científica, los hidrocarburos son compuestos orgánicos formados en el pasado geológico, por cadenas de carbono e hidrógeno, originados en el subsuelo terrestre por transformación química de la materia orgánica depositada en rocas sedimentarias de grano fino (Cabanillas *et al.*, 2013). Estos compuestos pueden encontrarse en estado líquido, como el petróleo crudo; gaseoso, como el gas natural; y sólido, como el carbón natural; se agrupan bajo la denominación de combustibles fósiles y se consideran recursos naturales no renovables.

Con base en el artículo 4o., fracciones XVII, XVIII, XIX y XXVI de la LH, los combustibles fósiles de interés se definen de la siguiente manera:

- Petróleo: mezcla de carburos de hidrógeno que existe en fase líquida en los yacimientos y permanece así en condiciones originales de presión y temperatura. Puede incluir pequeñas cantidades de sustancias que no son carburos de hidrógeno.
- Gas natural: la mezcla de gases que se obtiene de la extracción o del procesamiento industrial y que es constituida principalmente por metano. Usualmente esta mezcla contiene etano, propano, butanos y pentanos. Asimismo, puede contener dióxido de carbono, nitrógeno y ácido sulfhídrico, entre otros. Puede ser gas natural asociado, gas natural no asociado o gas asociado al carbón mineral.

- Gas natural asociado: gas natural disuelto en el petróleo de un yacimiento, bajo las condiciones de presión y de temperatura originales.
- Gas natural no asociado: gas natural que se encuentra en yacimientos que no contienen petróleo a las condiciones de presión y temperatura originales.

Vale la pena resaltar que los hidrocarburos que se encuentran en los yacimientos convencionales y no convencionales son los mismos, lo que cambia es el tipo de reservorio en el que se encuentren, situación que hace necesario cambiar la tecnología, personal técnico e inversión para llevar a cabo su extracción.

En la siguiente tabla 2, se reflejan algunas diferencias entre ambos tipos de yacimientos, mismas que ayudarán a vislumbrar las razones por las que la aplicación de la técnica de *fracking* es necesaria para la extracción de los hidrocarburos existentes en los yacimientos no convencionales.

Tabla 2. Características distintivas entre los yacimientos convencionales y no convencionales

<i>Yacimientos convencionales</i>	<i>Yacimientos no convencionales</i>
Existencia de una roca reservorio porosa y permeable para la acumulación de hidrocarburos.	Existencia de una roca reservorio de muy baja porosidad y permeabilidad.
Acumulación relacionada a una trampa con una roca impermeable que evita su fuga.	No necesita de una roca reservorio de muy baja porosidad y permeabilidad.
Regularmente presentan dentro del reservorio un límite definido o una separación inferior, entre los hidrocarburos y el agua.	No hay límites definidos entre los hidrocarburos y el agua en la roca que los aloja.
Generalmente no necesitan estimulaciones (mejora artificial de la permeabilidad) para producir.	Necesitan estimulación artificial (como la fracturación hidráulica para su producción.
Predominan los pozos verticales sobre los horizontales.	Mejor producción con pozos horizontales.

FUENTE: López, Ernesto *et al.*, 2013 y Cabanillas *et al.*, 2013.

Cabe enfatizar que, en los yacimientos convencionales, el gas y petróleo se encuentran atrapados en una estructura de roca porosa limitada por una capa de roca impermeable que evita que los hidrocarburos migren a la su-

perficie (Vega y Ramírez, 2015), por lo que para realizar su extracción la perforación vertical resulta suficiente (López *et al.*, 2013). Ello es así porque en este tipo de yacimientos las rocas tienen una gran porosidad y alta permeabilidad, lo que permite que el hidrocarburo fluya con facilidad por la roca (Urresti y Marcellesi, 2012).

En los yacimientos convencionales es frecuente encontrar (por la densidad y flotabilidad de los hidrocarburos) unas columnas de agua por debajo del petróleo o del gas acumulado. Un grave error al visualizar un yacimiento convencional es imaginarse en el subsuelo una cavidad grande a modo de cisterna o lagos subterráneos que contienen el petróleo y que, con sólo llevar a cabo la perforación, el hidrocarburo puede ser obtenido. Lo cierto es que los yacimientos convencionales deben ser percibidos como esponjas naturales formadas por capas de materiales porosos. A la descripción anterior, debemos adicionar elementos como la presión, la velocidad de extracción, la composición química del petróleo, entre otros; mismos que, en ocasiones, generan que se tenga que detener la extracción (Sánchez, 2015). De manera que cada pozo que se perfora tiene una experiencia y una predicción distinta, ya que cada uno de los factores señalados se comporta de manera diferente y eso puede reducir la producción y rentabilidad del pozo.

Un ejemplo de yacimiento convencional en México es Cantarell, el segundo campo petrolero más grande del mundo. No obstante, pasó de representar el 63% de la producción mexicana en 2004 a tan sólo el 15% de ésta en 2013. Cifras que justifican cuestionar la crisis petrolera en el país. Otro campo que ha sido pieza clave en la producción de petróleo en México es el denominado Ku-Maloob-Zaap, conformado por tres yacimientos convencionales, que al igual que Cantarell, en 2014 empezó a reducir su producción (Ferrari, 2014). La reducción de las reservas existentes en los yacimientos convencionales resulta de su explotación máxima, así como del aumento en el consumo de los hidrocarburos.

Se debe destacar que la problemática actual mundial no se centra en la existencia o no de reservas de hidrocarburos, sino en que el interés por su extracción se verá reducido cuando el costo de ésta sea mayor a aquel que los consumidores estén dispuestos a pagar. En ese momento, la industria empezará a decaer. Bajo esta lógica, hay que considerar que los costos de extracción no sólo se refieren a cuestiones económicas, sino también sociales y ambientales (Figueroa, 2006).

Respecto a los yacimientos no convencionales, éstos son más extendidos y consisten en una acumulación de capas de rocas sedimentarias de baja permeabilidad que atrapan el hidrocarburo entre ellas y le impiden moverse, a ello obedece su denominación. Esas rocas se denominan: lutita, pizarra

o esquistos. La lutita es una roca sedimentaria detrítica de grano fino, formada por la consolidación de partículas de arcilla y limo en estratos delgados relativamente impermeables; se considera la roca sedimentaria más abundante. La roca pizarra es metamórfica, con micas pequeñas y el esquistos también es una roca metamórfica, pero de micas de mayor tamaño, observables a simple vista (Sener, 2012). Debido a sus características geológicas, en este tipo de yacimientos es difícil la extracción del producto, y sin la debida tecnología y tratamiento de estimulación carecen de rentabilidad (Vega y Ramírez, 2015).

El término “no convencional” radica principalmente en el origen geológico del yacimiento, incluyendo la diferencia con los convencionales basada en el costo económico para extraer el hidrocarburo (Olivera, Seguin y Sandoval, 2016).

En México, y de conformidad con el artículo 2o., fracción XLV, de los Lineamientos-no convencionales, los yacimientos no convencionales se definen como la acumulación natural de hidrocarburos en rocas generadoras o en rocas almacén compactas, cuya extracción, en el sistema roca-fluido, requiere ser estimulado o sometido a procesos de recuperación mejorada (ASEA 2017).

Los hidrocarburos que pueden ser encontrados en los yacimientos no convencionales son el gas, el petróleo y el aceite, los cuales se clasifican de la siguiente manera: gas de esquistos/lutita/pizarra (*shale gas*), el gas en formaciones compactas/areniscas (*tight gas*), el metano contenido en capas de carbón (*coalbed methane*) o hidratos de metano (moléculas de metano atrapadas en compuestos helados de agua). También pueden ser crudos como: el petróleo de esquistos (*shale oil*) o petróleo de formaciones compactas (*tight oil*). Igualmente, se incluyen en este último tipo de recursos los crudos extrapesados y las arenas bituminosas (*oil sands*). Ahora bien, el aceite y gas contenidos en lutitas forman un sistema petrolero de rocas arcillosas orgánicamente ricas de baja permeabilidad, que actúan a la vez como generadoras, almacenadoras, trampa y sello (Pemex, 2012).

Por otra parte, el petróleo contenido en este tipo de yacimientos generalmente no flota hacia los pozos sin la ayuda de perforaciones tecnológicamente avanzadas (CSUR, 2016).

Al igual que en los yacimientos convencionales en los que se realiza una perforación vertical de manera unidireccional y a casi 90°, en los yacimientos no convencionales, inicialmente, se realiza una perforación vertical, pero ésta debe ir seguida de una horizontal que permita alcanzar la capa que contiene el hidrocarburo para llevar a cabo su extracción. De manera que existe una desviación del pozo desde el plano vertical mediante una curva que

permite la introducción de la tubería en el depósito, a través de un punto de entrada con una inclinación casi horizontal. A esto se le llama tecnología de perforación horizontal (Sener, 2013a), misma que debe complementarse con la aplicación de la técnica de fracturación hidráulica. Cabe referir que los pozos construidos para la perforación de los yacimientos no convencionales son finitos, caros y ofrecen una reducida tasa de recuperación del petróleo (Rogers, 2014).

1. *Importancia energética y económica de los yacimientos no convencionales*

Históricamente, los yacimientos no convencionales se consideraban con muy escasa rentabilidad económica debido a la velocidad de extracción del *shale gas*, pues es más lenta que en los yacimientos convencionales. Por tanto, este gas no era visto como una fuente de energía y negocio; sin embargo, fue hasta que se requirió de mayores cantidades de hidrocarburo que el adjetivo peyorativo —piedra basura o *junk rock*— fue modificado por uno que le pusiera en la cúspide y permitiera ser visto como la solución a los problemas de dependencia energética en EUA (Rogers, 2014).

Esta situación provocó que los técnicos desarrollaran nuevas tecnologías para extraer el recurso de manera más eficiente, de allí el nacimiento de la técnica de *fracking* (Ferrari, 2013a). Como resultado, se generó una campaña pro *fracking*, misma que dio paso a la revolución del gas/petróleo proveniente de lutitas (*shale gas/oil*) en EUA, cuyo éxito se debió a la combinación de innovación tecnológica, espíritu empresarial y precios de las materias primas. Asimismo, la experiencia de ese país en *shale gas/oil* abrió una serie de oportunidades tecnológicas y comerciales para las empresas estadounidenses (Pascual, 2013).

De conformidad con la International Energy Agency (IEA), para 2011 las fuentes recuperables de petróleo no convencional mundial se estiman en 2.78 billones de barriles, superándose a las convencionales en 1.38 billones de barriles (IEA, 2013).

Ahora bien, para entender la relación entre el acceso a los recursos en yacimientos no convencionales y el fortalecimiento de la seguridad energética de EUA, es importante revisar el informe *Oil, Mexico, and the Transboundary Agreement*, elaborado por el Comité de Relaciones Exteriores del Senado de EUA, el 21 de diciembre de 2012, mismo que señaló que la seguridad energética es una cuestión vital de la política exterior y del crecimiento económico de EUA. Aunque los aumentos de su producción nacional han ayudado a aliviar su dependencia de las importaciones, lo cierto es que

en las próximas décadas EUA se basará en las importaciones de petróleo; por tanto, fortalecer el comercio con México sería una contribución valiosa para su futuro (*U.S. Government Office*, 2012:1). Este informe reconoce que México cuenta con un enorme potencial de gas lutitas, por lo que recomienda al Departamento de Estado de EUA animarle a impulsar la extracción de *gas shale*, enfatizándose en el potencial de este gas y las oportunidades para el desarrollo económico y el fortalecimiento de la balanza comercial. Asimismo, el informe admite que, para EUA, el desarrollo en México de *gas shale* podría ofrecer valiosas oportunidades comerciales, además de fortalecer la posición de América del Norte en los mercados globales (*U.S. Government Office*, 2012: 14).

El potencial de los recursos de hidrocarburos recuperables a largo plazo, incluidos aquellos volúmenes no descubiertos, se estima en un aproximado de seis billones de barriles. En México, se esperaba que con la reforma energética y la revolución del *shale gas/oil* en EUA, la producción de reservas no convencionales aumentara; no obstante, los verdaderos impactos económicos de la apertura del mercado energético ya se empezaron a ver a partir del 2020 (IEA, 2014). Cabe mencionar que estos pronósticos se habían realizado bajo una administración en México (Pemex, 2017b) que pugnaba por la utilización de la técnica de *fracking*; sin embargo, hasta 2019 no se pudieron licitar los campos donde se identificaron yacimientos no convencionales, pero no se ha prohibido expresamente esa técnica.

La postura de México respecto a la utilización de la técnica de *fracking* aún no es certera. Por un lado, se publicó en el Plan de Negocios de Petróleos Mexicanos y sus Empresas Productivas Subsidiarias 2019-2023, elaborado por la actual administración (Pemex, 2019), que señala que la utilización de la “estimulación hidráulica” es clave para Pemex y México. Asimismo, bajo este nuevo Gobierno, la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) autorizó a Pemex para llevar a cabo la explotación del campo AE-0387-2M-Humapa, ubicado entre los estados de Veracruz y Puebla, en el que se utilizará la técnica de *fracking*. En adición, se llevó a cabo la autorización del Presupuesto de Egresos de la Federación en el que se destinan seis mil millones y medio de pesos para proyectos que utilizarán la técnica de la fracturación hidráulica, elementos todos ellos que reflejan el interés del actual Gobierno por continuar con esta técnica.

Por otra parte, existen declaraciones por parte del actual presidente López Obrador sobre la negativa de utilización de esa técnica; sin embargo, esta no es la primera vez que el presidente en turno realiza declaraciones que son contrarias a lo ya establecido en los instrumentos normativos o a las acciones efectuadas a través de sus instituciones, lo que genera una incerti-

dumbre para los inversionistas y la población en general. A pesar de haber mencionado en campaña que se cancelaría esta actividad en el país, la realidad es que los instrumentos normativos que la regulan siguen vigentes, y los permisos y apoyos económicos para su puesta en marcha continúan.

Uno de los cuestionamientos que surgen al estudiar el impulso de megaproyectos para la extracción de los hidrocarburos de yacimientos no convencionales a través de la técnica de *fracking* es si éstos serán suficientes para satisfacer la demanda de la sociedad, teniendo en consideración un crecimiento poblacional desmedido y un consumo de recursos que no está dirigido a satisfacer las necesidades básicas de la población, sino a una satisfacción material de unos cuantos, como producto del neoliberalismo. Recordemos que estamos ante recursos no renovables y finitos, sujetos a un aumento en la demanda (Barbosa y Domínguez, 2006). Se pronostica que la demanda mundial de gas se incrementará en más de 50% entre 2010 y 2035. Este crecimiento será igual al incremento en conjunto del carbón, petróleo y energía nuclear, así como mayor al crecimiento de las energías renovables (IEA, 2013b).

La IEA (2013b) ha señalado que, de lograrse la extracción del gas no convencional de una forma económica y ambientalmente aceptable, se generarían beneficios tales como una mayor diversificación energética, mayor seguridad de suministro en aquellos países que dependen de las importaciones e, incluso, reducción del costo de la energía. Además, una mayor disponibilidad de gas natural tendrá un impacto importante en sus precios, sería más accesible y barato.

En resumen, algunos factores que han ayudado a que los yacimientos no convencionales sean explotados con mayor rapidez son: el aumento en la demanda de recursos, incremento de los precios de los hidrocarburos, instrumentos normativos ambientales permisivos e intereses económicos superiores a la protección de la población y su entorno. No obstante, resulta evidente que la dependencia sobre los recursos fósiles debe modificarse, hasta llegar a un punto en el que éstos no sean considerados como un potencial de dominación mundial (Vargas, 2015b); sin embargo, eso tomará tiempo. Entre tanto, en el marco de la reorganización espacial y expansión geográfica del capitalismo global, los países poseedores de recursos energéticos, como México, proveen de materias primas baratas a los países centrales como EUA, en una marcada tendencia de dominación y despojo (Harvey, 2004), por lo que el derecho debe tomarse como herramienta para cambiar el *statu quo* fósil.

2. *Impacto energético de la producción del gas natural proveniente de los yacimientos no convencionales*

Las proyecciones efectuadas en 2012 por la IEA indicaron que EUA y China se posicionarían como los mayores productores de gas natural a nivel mundial. El primero de ellos lograría superar a Rusia. Otros países que se sumarían a la producción de gas no convencional serían Australia, India, Canadá e Indonesia. En Europa, la producción sería liderada por Polonia. Dado que en la mayoría de los países no existen estadísticas oficiales relacionadas con los diferentes tipos de gas no convencional, la IEA ha utilizado información de diversas fuentes de datos para realizar los respectivos pronósticos. Asimismo, esa agencia ha resaltado que la diferenciación entre el gas convencional y no convencional no siempre es clara, especialmente con respecto al *gas tight* y al convencional con estimulación del yacimiento. Es por ello, que esa agencia clasificó al *gas tight* como no convencional, ya que se necesitan técnicas de producción especiales, como la fracturación hidráulica para su extracción. El metano de carbón y el *gas shale* se clasifican también como gases no convencionales (IEA, 2013b).

Ahora bien, los países que principalmente extraen hidrocarburos de yacimientos no convencionales se presentan en la tabla 3. Como se advierte, sobresale el potencial y dominio de EUA en las tres categorías de hidrocarburos. Asimismo, se visualiza el posicionamiento dentro de los primeros cinco lugares a China, Canadá, Rusia, Australia, Argentina y Alemania, respectivamente.

Tabla 3. Principales países que extraen hidrocarburos de yacimientos no convencionales al 2014

<i>Gas de esquisto Shale</i>	<i>En formaciones compactas Tight</i>	<i>Metano de yacimiento de carbón Coalbed Methane</i>
1. EUA: 424.53 bcm	1. EUA: 141.61 bcm	1. EUA: 35.15 bcm
2. Canadá: 5.91 bcm	2. Canadá: 82.16 bcm	2. China: 13.00 bcm
3. China: 4.47 bcm	3. Rusia: 20.58 bcm	3. Australia: 8.63 bcm
	4. China: 13.53 bcm	4. Canadá: 6.61 bcm
	5. Argentina: 2.26 bcm	5. Alemania: 0.58 bcm

FUENTE: elaboración propia con información de la IEA, 2014.

En la tabla 4 se hace alusión a los hidrocarburos obtenidos de yacimientos no convencionales durante el periodo 2010 a 2014 —expresado en mil millones de metros cúbicos (bcm)—, considerando en esta ocasión a México, ello con el ánimo de resaltar que este último carece de información relacionada con la producción de *shale gas/oil* y metano de yacimientos de carbón, no obstante que, desde entonces, Pemex realizaba la extracción de esos recursos con la técnica de *fracking*.

Tabla 4. Producción de gas de yacimientos no convencionales de los principales países del mundo y México

<i>País</i>	<i>Tipo de gas no convencional</i>	<i>2010</i>	<i>2011</i>	<i>2012</i>	<i>2013</i>	<i>2014</i>
EUA	Gas de esquisto (<i>Shale gas</i>)	154.995	227.608	287.868	324.352	378.771
	Metano de yacimiento de carbón (<i>Coalbed Methane</i>)	53.406	49.923	46.44	36.529	37.095
	En formaciones compactas (<i>Tight Gas</i>)	155.088	144.006	135.355	124.028	127.709
	Total de gas no convencional	65.773	71.978	75.821	79.665	86.041
Canadá	Gas de esquisto (<i>Shale gas</i>)	1.387	2.409	4.252	6.096	5.935
	Metano de yacimiento de carbón (<i>Coalbed Methane</i>)	8.906	8.578	8.141	7.705	7.18
	En formaciones compactas (<i>Tight Gas</i>)	55.48	60.992	63.428	65.864	72.927
	Total de gas no convencional	65.773	71.978	75.821	79.665	86.041
China	Gas de esquisto (<i>Shale gas</i>)	-	-	0.025	0.2	1.32
	Metano de yacimiento de carbón (<i>Coalbed Methane</i>)	9	10.3	11.57	13	14.1
	En formaciones compactas (<i>Tight Gas</i>)	5.635	9.334	12.11	13.551	17.222
	Total de gas no convencional	14.635	19.634	23.705	26.751	32.642

LA REGULACIÓN DE LA FRACTURACIÓN HIDRÁULICA EN MÉXICO

<i>País</i>	<i>Tipo de gas no convencional</i>	<i>2010</i>	<i>2011</i>	<i>2012</i>	<i>2013</i>	<i>2014</i>
Rusia	Gas de esquisto (<i>Shale gas</i>)	-	-	-	-	-
	Metano de yacimiento de carbón (<i>Coalbed Methane</i>)	0.256	0.512	0.5	0.5	0.5
	En formaciones compactas (<i>Tight Gas</i>)	21.211	21.71	21.235	22.118	20.768
	Total de gas no convencional	21.466	22.222	21.735	22.618	21.268
Argentina	Gas de esquisto (<i>Shale gas</i>)	-	0.002	0.052	0.144	0.305
	Metano de yacimiento de carbón (<i>Coalbed Methane</i>)	-	-	-	-	-
	En formaciones compactas (<i>Tight Gas</i>)	3.397	3.48	3.654	2.652	2.207
	Total de gas no convencional	3.397	3.482	3.705	2.797	2.511
Australia	Gas de esquisto (<i>Shale gas</i>)	-	-	-	-	0.001
	Metano de yacimiento de carbón (<i>Coalbed Methane</i>)	5.833	6.687	7.282	7.522	7.646
	En formaciones compactas (<i>Tight Gas</i>)	0.001	0.004	0.001	0.006	0.004
	Total de gas no convencional	5.834	6.691	7.283	7.528	7.651
Alemania	Gas de esquisto (<i>Shale gas</i>)	-	-	-	-	-
	Metano de yacimiento de carbón (<i>Coalbed Methane</i>)	0.676	0.771	0.79	0.902	0.902
	En formaciones compactas (<i>Tight Gas</i>)	0.535	0.502	0.487	0.455	0.407
	Total de gas no convencional	1.211	1.273	1.277	1.357	1.309

<i>País</i>	<i>Tipo de gas no convencional</i>	<i>2010</i>	<i>2011</i>	<i>2012</i>	<i>2013</i>	<i>2014</i>
México	Gas de esquisto (<i>Shale gas</i>)	-	-	-	-	-
	Metano de yacimiento de carbón (<i>Coalbed Methane</i>)	-	-	-	-	-
	En formaciones compactas (<i>Tight Gas</i>)	0.614	0.623	0.616	0.648	0.613
	Total de gas no convencional	0.614	0.623	0.616	0.648	0.613

FUENTE: elaboración propia con información de la IEA, 2013b.

Aunque las predicciones sobre la producción de hidrocarburos en yacimientos no convencionales son muy variadas, es incuestionable que el aprovechamiento del gas y petróleo de estos yacimientos constituye el parteaguas para aquellos países que buscan una seguridad energética, como es el caso de EUA, cuya revolución energética le ha permitido posicionarse como el mayor productor de petróleo y gas del mundo: casi 75% para el petróleo y 40% para el gas (IEA, 2018). Hay que mencionar que esta revolución de los estadounidenses tiene en la mira la participación de los países de Norteamérica, con el fin de colocar a la región como el proveedor de energía a nivel mundial; lo cual tiene un vínculo estrecho con la seguridad energética relacionada con la dinámica geopolítica y los conflictos armados en el mundo, especialmente en el Medio Oriente, pero también con los precios y la oferta permanente del hidrocarburo. Por lo que esta situación se analiza, generalmente, en el marco de la seguridad política, económica, social y ambiental (Oswald, 2017).

La IEA define a la seguridad energética de manera restringida, como el ininterrumpido acceso a fuentes energéticas a precios accesibles. La seguridad energética tiene muchos aspectos, tales como aquel de largo plazo que se ocupa principalmente de inversiones oportunas para suministrar energía de acuerdo con los desarrollos económicos y las necesidades ambientales. Por otro lado, la seguridad energética a corto plazo se centra en la capacidad del sistema de energía para reaccionar rápidamente a los cambios repentinos en el equilibrio entre la oferta y la demanda (IEA, 2014).

Para tener una idea sobre la seguridad energética imperante en México, basta señalar que a inicios de 2015 el país importaba 66% del gas natural que consumía, y para abril de 2018 el porcentaje se incrementó a 88%

(CNH, 2019); lo mismo que los costos de la energía; situación que evidencia el incremento en la demanda de recursos fósiles importados y la dependencia hacia éstos. Cabe señalar que, aunque se dice que el gas natural causa menores impactos al medio ambiente que el carbón o el petróleo, es un recurso fósil, con todas las implicaciones negativas que ello conlleva (Rodríguez, 2018).

II. LA TÉCNICA Y LA TECNOLOGÍA EN EL SECTOR ENERGÉTICO, LA EVOLUCIÓN DE SU APLICACIÓN A LA LUZ DE LOS DERECHOS HUMANOS

Existe una diferencia entre los conceptos de tecnología y técnica, tal y como lo establece el *Diccionario de la lengua española*. La primera se define como el conjunto de teorías y de técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico o, bien, conjunto de instrumentos y procedimientos industriales de un determinado sector o producto (RAE, 2001, t. X:1457). En esta definición tan amplia puede incluirse a las tecnologías basadas en experiencia práctica e invenciones, así como aquellas fundadas en teorías científicas (Barbour, 1989). La segunda, refiere a lo perteneciente o relativo a las aplicaciones de las ciencias; a la persona que posee los conocimientos especiales de una ciencia; o al conjunto de procedimientos y recursos de que se sirve una ciencia (RAE, 2001, t. X: 1456).

La técnica es justamente lo contrario a la adaptación del sujeto al medio, que es la estrategia evolutiva de los otros seres vivos que comparten con el ser humano el medio natural. Se puede decir que la técnica es realmente la adaptación del medio al sujeto (ser humano) y es, por tanto, un movimiento en dirección inversa a la de los procesos biológicos naturales (Alonso, 1996; Ortega, 1965). Es el ser humano, quien domina la naturaleza con el ánimo de satisfacer sus necesidades. Ejemplo de ello es la aplicación de técnicas como la de *fracking*, mediante la cual se ha modificado en diversos sentidos a la naturaleza, sin prevenir los efectos negativos al ambiente que implica su utilización; muchos de los cuales afectan al propio ser humano, quien de forma reactiva trata de atender las problemáticas derivadas de la aplicación desmedida de técnicas y tecnologías que no han sido del todo analizadas desde la perspectiva social y ambiental.

Por su parte, la tecnociencia es producto de la relación entre la ciencia y la tecnología que busca innovaciones tecnocientíficas que sean rentables y a gran escala. Es el sistema tecnocientífico el que impera actualmente en la sociedad del siglo XXI. Frente a este sistema, una multiplicidad de

retos ambientales se hace presente, tales como los ocasionados por el cambio climático, la generación de residuos, la contaminación del agua y de la atmósfera, la deforestación y la degradación de suelos, entre otros.

Las “relaciones entre el sistema tecnocientífico, la sociedad y la naturaleza han hecho que los efectos negativos de la tecnología a la naturaleza sean vistos por la sociedad como un ‘monstruo’ que ella misma ha generado y que ahora no es capaz de controlar” (Alonso, 1996: 81). Este sistema tecnocientífico, por un lado, causa afectaciones ambientales; pero, por el otro, es visto como la vía para alcanzar un crecimiento económico, así como la solución a los problemas ambientales que se presentan; es decir, parece que el efecto del sistema es a su vez la causa del problema.

Es por ello que se afirma que en la actualidad la sociedad se desenvuelve en los límites del riesgo (Gomes de Oliveira *et al*, 2002), con mayores niveles de peligro para la salud e, inclusive, la vida misma (Bellver, 1994 y Beck, 1998).

Ante estos riesgos potenciales, los países han reaccionado desde los ámbitos nacionales y/o internacionales con el objeto de controlar, entre otros, el uso de determinadas sustancias. Para ello, se han preparado listados que identifican a las sustancias químicas peligrosas, de acuerdo con sus características fisicoquímicas y a los efectos en la salud y en el medio ambiente que pueden provocar (Cortinas, 1992), en aras de mantener un nivel elevado de la salud y de la protección ambiental. Pues, aunque por muchos años se pensó que la solución a muchos problemas que enfrentaba la humanidad la daría la ciencia y la tecnología, lo cierto es que ambas han demostrado en la práctica que no siempre este postulado es verdadero, por lo que han tenido que fortalecerse las políticas públicas encaminadas a disminuir el riesgo, con base en los principios de prevención y, sobre todo, de precaución (Anglés, 2006).

1. La aplicación de la técnica y las tecnologías bajo una visión del desarrollo sostenible

Hemos transitado de la modernidad a la postmodernidad, iniciada a mediados del siglo XX (Jaria, 2011). Pasar de una a otra implicó un cambio ideológico de la percepción entre el ser humano y la naturaleza, así como la utilización de técnicas y tecnologías para superar lo que el ser humano ha identificado como retos o barreras naturales, como es el caso del decrecimiento de los hidrocarburos en los yacimientos convencionales. Es el ser

humano quien ha podido generar los procesos necesarios para conseguir la extracción de hidrocarburos en yacimientos no convencionales sin fijar su atención en los efectos colaterales, los cuales constituyen retos de mayor envergadura, tales como el cambio climático, la contaminación y sus efectos, pudiéndose constatar que las consecuencias locales generan impactos globales (Broderick y Wood, 2014).

La tecnología puede ser vista, a grandes rasgos, desde tres perspectivas:

- I) Como un agente liberador: se concibe así por su contribución a la sociedad en cuestiones como la reducción del hambre, de las enfermedades y la pobreza. Aquellos que defienden a la tecnología, afirman que ésta ha ayudado a tener mejores niveles de vida, de oportunidades, de libertades y de comunicación.
- II) Como una amenaza para la humanidad: bajo dicha percepción se ha visto que la sociedad es el sirviente de la tecnología, la publicidad crea una demanda para nuevos productos, sean o no necesarios, a efecto de generar más producción y consumo. Asimismo, las relaciones personales se vuelven más impersonales. Además, aquellos que tienen el poder sobre la tecnología, lo tienen sobre otras personas.
- III) Como un instrumento de poder: la tecnología no es no totalmente mala ni totalmente buena, pues es un instrumento cuyas consecuencias dependen del contexto social, las instituciones son las que dirigen el rumbo de las tecnologías y con ello el sentido de éstas. Es así que las políticas públicas permiten dar sentido al uso y aprovechamiento de la tecnología en beneficio de la economía, la sociedad y el medio ambiente (Barbour, 1989).

El desarrollo económico y tecnológico han ocasionado enormes diferencias en la prosperidad, las oportunidades y los estándares de la vida. La implementación de cualquier tipo de técnica o tecnología debe realizarse bajo una óptica de desarrollo sostenible que admita como límite la incapacidad de conocer los efectos negativos que puede producir. El análisis de estos postulados en relación con la técnica de fracturación hidráulica se muestra en la tabla 5 de la página siguiente.

En esta tabla, se podrán advertir dos posturas contrarias que permiten establecer que actualmente la visión bajo la cual se desarrolla la técnica de *fracking* es de carácter antropocentrista y contraria al desarrollo sostenible, ya que se coloca a la naturaleza (recursos naturales) al servicio del ser humano (Fuente *et al.*, 2016).

Tabla 5. Comparativo entre el desarrollo sostenible y la técnica de *fracking*

<i>El desarrollo sostenible implica</i>	<i>La técnica de fracturación hidráulica implica</i>
Distribuir los beneficios del crecimiento económico a todos los seres humanos.	Los beneficios económicos que se obtienen de la extracción de los recursos no convencionales están dirigidos a la empresa que extrae el recurso natural.
Convertir las áreas de riesgo en proyectos de vivienda urbana ecológicamente adecuados.	Se aumentará el riesgo de daños ambientales y sociales, dejando pasivos que impedirán a las zonas convertirse en sitios ecológicamente adecuados para vivir.
Aumentar las oportunidades educativas tanto para niñas como para niños.	Las actividades extractivas de este tipo no tienen como objetivo el apoyo para aumentar las oportunidades educativas, ya que éste no es su objetivo principal.
Innovar los procesos industriales para ahorrar más energía y contaminar menos.	No es innovadora, busca generar más energía produciendo efectos adversos en el ambiente como la contaminación.
Incluir a la población y a los grupos interesados en los procesos de elaboración de políticas públicas.	El desarrollo de la legislación actual aplicable a la utilización de esta técnica no implicó la participación de los sujetos potencialmente afectados.

FUENTE: elaboración propia, a partir de Strange y Bayley, 2013.

Esta filosofía incorrecta ha dado como resultado políticas públicas que comprometen las condiciones ambientales, en lugar de apostar por el equilibrio ecológico, consistente en la relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, transformación y desarrollo del ser humano y demás seres vivos (DOF, 1988, actualizada al 05-06-2018).

En este sentido fue adoptada la Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos por la Conferencia General de la UNESCO el 19 de octubre de 2005. Entre sus objetivos se encuentra proporcionar un marco universal de principios y procedimientos que guíen a los Estados para la formulación de legislaciones, políticas y acciones de los individuos. Establece quince principios fundamentales, entre los cuales se encuentran el respeto a la dignidad humana y a los derechos humanos; potencialización de los beneficios y minimización de los efectos nocivos del conocimiento científico; justicia y equidad; responsabilidad social y salud; protección de

las generaciones futuras; y protección del medio ambiente, la biosfera y la biodiversidad.

Finalmente, llama la atención que Samuel Florman, defensor de la tecnología, afirme que, por un lado, los daños ambientales y el riesgo a la salud son inherentes a esta tecnología y que cada producto podría hacerse cada vez más seguro, pero ello está vinculado a los costos que esto generaría (Florman, 1981) y que no quisieron ser absorbidos por los desarrolladores. Establece además que es más fácil arreglar la tecnología para un problema social que cambiar el comportamiento humano o coincidir en las políticas públicas. Frente a esta última afirmación, y bajo el escenario de crecimiento del mercado energético que se espera en México posterior a la reforma energética, es necesario que tome importancia la forma de consumo por parte de los sectores públicos, privado y social, así como la dependencia a la producción de energía fósil.

Como bien mencionó Florman en 1981, pareciera más difícil el educar a la población sobre la necesidad de reducir el consumo de la energía al tiempo de alcanzar una protección al ambiente, que continuar con el uso de las tecnologías para la producción de energía fósil. Es por ello que se buscan avances tecnológicos, técnicas e innovaciones, antes que lograr una consciencia real de la situación ambiental y energética del mundo (Mesthene, 1970), lo que se considera una postura errónea, tal y como ya lo había previsto el Club de Roma (Meadows *et al.*, 1972).

2. *Funcionamiento de la técnica de fracturación hidráulica*

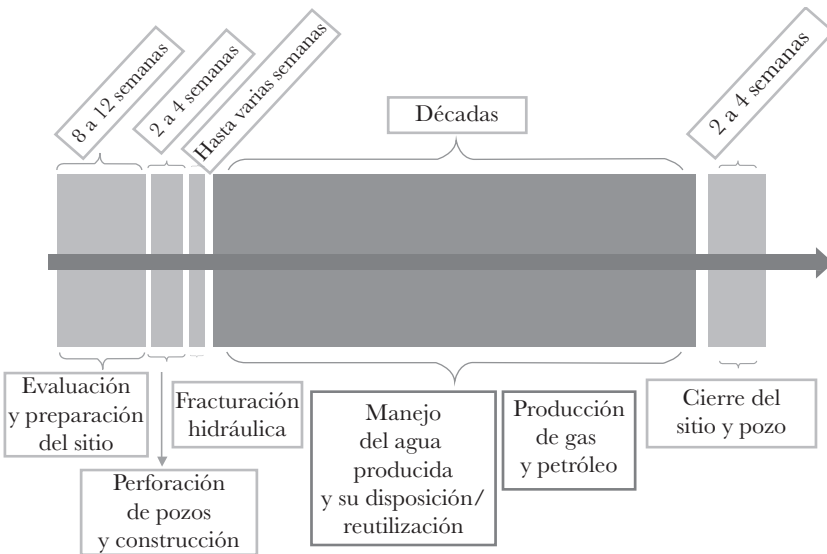
La técnica de *fracking* se desarrolló en EUA a principios de la década de los veinte y fue aplicada hasta finales de los cuarenta (Cooley y Donnelly, 2012). Hoy día, en ese país se cuenta con diversos instrumentos regulatorios que permiten su aplicación. En otros países, como México, se carece de un marco normativo que considere las implicaciones sociales y ambientales de su puesta en marcha, por lo que ha llegado a referirse como un contrasentido en materia ambiental.

Con base en los Lineamientos-no convencionales (ASEA, 2017), se define al fracturamiento hidráulico como la operación enfocada al incremento de la productividad o inyectividad de los pozos, a través de una fractura apuntalada conductiva que facilita el flujo de la formación productora al pozo y viceversa. Nótese que la autoridad del ramo en México no lo define como la técnica de fracturación hidráulica, y que la definición atiende únicamente a la acción de fracturar la roca y no así a todo el procedimiento

que en realidad la actividad conlleva. Semarnat (2015) también había definido a la fracturación hidráulica atendiendo sólo al acto de perforación y no así a sus acciones conexas.

Como ha quedado referido, la técnica de fracturación hidráulica no es novedosa (Prud'homme, 2014). Sin embargo, como en México se pretende aplicar tanto por empresas públicas como privadas, es necesario contar con un marco jurídico que considere los impactos sociales y ambientales, a fin de minimizarlos y, en su caso, compensarlos desde los tres pilares de la sostenibilidad: económico, social y ambiental. En la ilustración 1 se presentan las etapas y tiempos implicados en la utilización de esta técnica (Brasch, 2016: 19 y 20).

Ilustración 1. Tiempo estimado y resumen de actividades de un pozo de gas y petróleo crudo en yacimientos no convencionales



FUENTE: elaboración y traducción propia a partir de EPA, 2016.

Como puede observarse, es relativamente corto el tiempo a invertir con el objeto de iniciar la extracción de los hidrocarburos en yacimientos no convencionales; sin embargo, será necesario que durante décadas se lleve a cabo el manejo y disposición de las aguas de retorno, las cuales contiene los químicos que fueron inyectados y que deberán sujetarse a tratamientos para no producir contaminación en el aire, suelo y agua. Misma situación ocurrirá con los residuos generados (Gold, 2015). Todo lo anterior, con el

respectivo monitoreo para conocer si los pozos de extracción e inyección no están contaminando.

A continuación, y con base en el trabajo de campo realizado en 2019, en el estado de Texas, EUA, se describen las etapas que engloban el proceso de extracción de hidrocarburos en yacimientos no convencionales mediante la aplicación de la técnica de fracturación hidráulica.

A. *Evaluación/exploración y preparación del sitio*

Estar en posibilidad de realizar la extracción de los hidrocarburos requiere, en primer lugar, conocer su existencia, lo cual se lleva a cabo a través de la evaluación de los recursos o exploración. Mediante ésta se recopila la mayor cantidad de información geológica, geoquímica y sísmica posible para realizar una evaluación de la zona (Vega y Ramírez, 2015).

De conformidad con la fracción XIV, artículo 4 de la LH, la exploración es la actividad o conjunto de actividades que se valen de métodos directos, incluida la perforación de pozos, encaminadas a la identificación, descubrimiento y evaluación de hidrocarburos en el subsuelo, en un área definida (DOF, 2014a).

Una vez realizadas las evaluaciones superficiales, se podrá establecer si la zona tiene potencial para contener hidrocarburos. En caso positivo, a la zona se dirigen camiones, que varían en peso entre los 18 a 36 toneladas, para producir vibraciones, las cuales son recibidas por un aparato denominado geófono que está ubicado en la superficie, de esta forma y a través de algoritmos matemáticos se puede mapear lo que hay debajo del terreno (López *et al.*, 2013). Con esta primera información se determina la zona en donde se colocará el equipo para llevar a cabo la perforación del pozo.

Para movilizar la maquinaria se requieren caminos de acceso para el tránsito de los camiones. En México, se sugiere que el ancho máximo de los caminos sea de cinco metros, con una longitud no mayor a ciento cincuenta metros por hectárea, sólo en tramos con curvas y pendientes mayores a cinco por ciento o con pendientes laterales peligrosas es conveniente, por razones estrictamente de seguridad, ensanchar hasta siete metros (Semarnat, 2015a).

La circulación de camiones por las zonas en donde se desarrollan actividades extractivas es cada vez mayor y ello ocasiona afectaciones en la infraestructura carretera, aunado a que el tráfico pesado que requiere el desarrollo de la tecnología constituye un problema para los habitantes.

B. *Perforación de pozo y construcción*

Para preparar la plataforma en la que el equipo de perforación va a ensamblarse, es necesario desplazar maquinaria y equipo a través de los caminos de acceso ya mencionados. Así pues, con un equipo de gran magnitud se empiezan los trabajos de perforación, los cuales se realizan a través de una tubería de acero que se coloca en el suelo (López *et al.*, 2013).

Generalmente, la perforación se realiza en forma vertical hasta llegar a la capa de gas, y con base en el espesor de ésta, se analiza la conveniencia de realizar perforaciones horizontales en trayectorias que superan los 1,000 metros en línea horizontal (Vega y Ramírez, 2015). Es usual que se realicen varias perforaciones de pozos que se localizan a pocos metros de distancia entre sí conectados en la superficie para generar una producción de manera simultánea. Al conjunto de pozos conectados se le denomina plataforma. La ocupación del suelo de cada una de estas plataformas suele rondar las dos hectáreas, pero puede variar. Durante la perforación se tienen riesgos de derrumbes, explosiones, escapes de gas o de ácido sulfhídrico, este último es tóxico (Urresti y Marcellesi, 2012).

Una vez que el pozo está perforado y se ha introducido la tubería correspondiente, dentro de ésta se coloca una nueva tubería que es cementada, al igual que la primera. Al sistema de tuberías se le denomina *casing*. Por último, se colocan las válvulas para controlar el pozo, regular el flujo del gas y petróleo, indispensables en caso de que sea necesario interrumpir su funcionamiento.

Se debe considerar que, a mayor número de pozos, mayores riesgos. Sobre este punto, la literatura está dividida. Por un lado, sostiene que la perforación es segura porque las tuberías están cementadas y ello asegura su hermeticidad imposibilitando la contaminación del agua (López *et al.*, 2013); pero, por otro lado, hay quienes afirman que aún y cuando se coloca esta capa de cemento, pueden existir fisuras e, inclusive, la cementación puede desgastarse y generar fugas y, por ende, contaminación (Olivera, Seguin y Sandoval, 2016).

C. *Fracturación hidráulica/estimulación*

Una vez perforado el pozo, es necesario proceder a fracturación, lo cual requiere, previamente, del transporte de agua, arena y químicos para su inyección a alta presión con el objeto de generar una ruptura en las rocas y

estar en posibilidad de acceder al hidrocarburo (gas, aceite y/o petróleo). La vinculación del uso de estas sustancias y los riesgos a la salud y al ambiente está suficientemente estudiada (Dutzik y Ridlington, 2012) y se analiza en el capítulo tercero.

D. *Extracción*

Una vez que el fluido es inyectado y las fisuras comienzan a generar resultados, el hidrocarburo es extraído. En esta etapa deben considerarse al fluido de retorno, resultado de la inyección de agua mezclada con arena y sustancias químicas apuntalantes para provocar la fracturación, mismas que acompañan al hidrocarburo en el proceso de extracción.

Respecto de la cantidad de fluido que se recupera y que se pierde en el proceso de fracturación hidráulica no hay consenso científico, aunque se ha llegado a sostener que, en promedio, se recupera entre 15% y 20% del total inyectado, de manera que el resto permanece bajo el subsuelo con el riesgo de migrar a las aguas subterráneas por las grietas provocadas o por las existentes de forma natural en la zona (Lees, 2012).

Además, el agua de retorno es aquella que se extrae como un subproducto asociado a la actividad y es posible que sea inyectada en los pozos creados para tal fin o, en su caso, sea dispuesta en contenedores para su posterior reutilización, lo que ocurre la menor de las veces.

E. *Transporte y almacenamiento*

En México, y de conformidad con las fracciones II y XXIV del artículo 4o. de la LH, respectivamente, el transporte es la actividad de recibir, entregar y, en su caso, conducir hidrocarburos, petrolíferos y petroquímicos de un lugar a otro por medio de ductos u otros medios, que no conlleva la enajenación o comercialización de dichos productos por parte de quien la realiza a través de ductos. Se excluye de esta definición a la recolección y el desplazamiento de hidrocarburos dentro del perímetro de un área contractual o de un área de asignación, así como la distribución. Por su parte, el almacenamiento es el depósito y resguardo de hidrocarburos, petrolíferos y petroquímicos en depósitos e instalaciones confinados que pueden ubicarse en la superficie, el mar o el subsuelo (DOF, 2014a).

Ahora bien, dentro de los procesos de refinación, o manejo de productos, se establece que el gas se procesa para eliminar el agua. Dependiendo

de su composición, se separan los elementos más pesados. Como resultado se obtiene principalmente gas metano, uno de los principales GEI (Howarth *et al.*, 2011). Los hidrocarburos líquidos que se separan del gas se venden como materia prima a las plantas petroquímicas y refinerías. El propano y butano se comercializan con fines domésticos, como la calefacción o la cocina (López *et al.*, 2013).

F. *Abandono y clausura de pozos*

Una vez que los pozos son utilizados pierden su valor y, con ello, el interés de la industria, pero no así el de la población que vive a los alrededores. Tomando como base 100% el rendimiento del primer año de un pozo individual, el rendimiento del segundo año puede ser del 60% o, incluso del 40%, ello depende del pozo; en unos pocos años, puede ser inferior al 5%.

Una vez que el pozo deja de funcionar, es necesario llevar a cabo su cierre y sellado, generalmente con cemento, el cual puede deteriorarse y causar problemas medioambientales y de salud. Debido al costo que se produce al llevar a cabo el sellado de los pozos —el estado de Pensilvania cobra diez mil dólares a las empresas para asegurarse que se ha sellado el pozo— la mayoría de las empresas, luego de las ganancias generadas por la extracción del hidrocarburo, se declaran en quiebra. Como resultado de lo anterior, se simula una imposibilidad económica para erogar el recurso necesario y sellar los pozos, así como para hacerse cargo de los impactos de los derrames o filtraciones de los químicos (Brasch, 2016).

En consecuencia, se han identificado 3,200 pozos en el Golfo de México; 8,400 en Texas y en Nueva York sin sellar. Y, según datos de la Comisión Interestatal de Petróleo y Gas de EUA (*U. S. Interstate Oil and Gas Commission*), existe más de un millón de pozos abandonados en ese país. Los pozos que no son cerrados adecuadamente permiten que los elementos tóxicos y radioactivos se dirijan a la superficie contaminando el sistema de agua subterránea y superficial (Brasch, 2016).

Estas acciones son contrarias a los principios de prevención y de “quien contamina paga”, ambos: pilares del derecho internacional ambiental, por lo que podría configurarse la responsabilidad internacional del Estado, pues el principio preventivo o de prevención encuentra su fundamento en la diligencia debida o cautela, que entraña la obligación de vigilancia y adopción de previsiones en relación con los bienes y personas bajo la jurisdicción de los Estados (Drnas de Clément, 2001). Este principio puede adoptar diversas formas, desde el establecimiento de ciertos estándares ambientales, pro-

cedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) y de autorización de actividades, acceso a la información, y determinación de regímenes de responsabilidad, hasta la imposición de sanciones. La Corte Internacional de Justicia (CIJ, 1997: párr. 140) y la Corte Permanente de Arbitraje (PCA, 2005: párrs. 59 y 222) se han pronunciado respecto de la necesidad de prevenir el daño ambiental debido a los efectos irreversibles que éste conlleva.

Como se advierte, los principios preventivo y precautorio son fundamentales en el diseño de la política ambiental, ya que los costos de la remediación son muy elevados y la prevención puede evitar llegar a ello.

Por lo que hace al principio contaminador pagador, también conocido como “quien contamina paga” (*Polluter Pays Principle*), plantea que los costos de la contaminación sean soportados por el responsable de causarla. Este principio fue adoptado por la OCDE, mediante la Recomendación C (74)223, en 1974 (OCDE, 1974). A todas luces, la técnica de *fracking* no fue creada para generar beneficios o considerar las implicaciones socioambientales de su aplicación (Jacoby, O’Sullivan y Paltsev, 2012), sino para aportar a la matriz energética y superar la dependencia de países que carecen de otras fuentes de energía, como EUA.

Uno de los argumentos utilizados para potenciar el desarrollo de esta técnica, es que se alude a ella como sostenible, por considerarse que el gas natural provoca menores impactos ambientales que el carbón y el petróleo (Semarnat, 2015a); sin embargo, como se refiere (*infra*) en el capítulo III, existen evidencias de las afectaciones ambientales y sociales de su aplicación en países como EUA (Bamberger y Oswald, 2014), que reflejan que dicho hidrocarburo no es ambientalmente amigable. Las grandes corporaciones y empresas transnacionales obtienen beneficios de la economía de mercado, pero rehúyen a pagar las consecuencias sociales y medioambientales derivadas de su actividad económica (Cárdenas, 2016).

Ante este panorama, es necesario apoyarse en los conocimientos científicos para determinar la aplicación o no de técnicas y tecnologías que no sólo satisfagan intereses económicos, sino que se orienten hacia el desarrollo sostenible. Ello hace patente la necesidad de realizar estudios económico-ambientales que sustenten las decisiones (Barth, 2013) desde una perspectiva ética que contribuya a la autovigilancia del poder humano desmesurado (Jonas, 1995). Es necesario que las tecnologías consideren un aspecto humanista, que respeten los valores humanos, sociales y ambientales (Barbour, 1989: 82), y que el derecho contribuya a la emisión de políticas públicas para alcanzar el desarrollo sostenible y garantizar los derechos humanos.

Hoy día, la aplicación de la técnica de *fracking* en México se ubica entre dos posturas contrapuestas; la primera, que la alienta por producir beneficios económicos, y la segunda, que afirma que su aplicación traerá graves daños ambientales, sociales y económicos. En este sentido, cabe señalar que México no está preparado para asumir los riesgos y daños ambientales y sociales que la técnica implica, al tiempo de que cuenta con diversas alternativas para cubrir la demanda energética nacional a través del aprovechamiento de energías renovables.

Aunado a ello, resulta necesaria la creación de instrumentos normativos que regulen la utilización de la tecnología/técnica, con la única finalidad de que se aplique de manera responsable social y ambientalmente.

III. EL APROVECHAMIENTO DE LOS HIDROCARBUROS EN YACIMIENTOS NO CONVENCIONALES POR PARTE DE ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA Y SU IMPACTO EN MÉXICO

Al ser el petróleo la fuente de dos quintas partes del autoabasto energético de EUA, desempeña un papel fundamental en ese país, convirtiéndolo en pieza clave para la seguridad nacional. En 1821 fue perforado el primer pozo de gas con la técnica de *fracking*, cerca de Fredonia, Nueva York, pero no fue sino hasta 1920, en Kentucky, que la producción del *shale gas/oil* fue económicamente posible (Brasch, 2016, EPA, 2016).

En virtud de lo anterior, la producción de gas *shale* a nivel comercial ocurrió alrededor de 2000 con el campo Barnett, ubicado en el estado de Texas, EUA (Sernovitz, 2016). Ante el éxito obtenido, se continuó con la perforación en otros campos en ese país, como los de Fayetteville, Haynesville, Marcellus, Woodford y Eagle Ford (U.S. Energy Information Administration, 2013, y Brasch, 2013).

Pese a ello, y como resultado del desabasto de crudo y gas que provocó severas crisis energéticas en EUA en 2001, el presidente George W. Bush tomó acciones categóricas que marcaron la historia del país para lograr su soberanía energética. A tales fines, se creó un equipo de trabajo denominado Grupo Nacional de Desarrollo de Políticas Energéticas (*National Energy Policy Development Group*), destinado a buscar soluciones a los retos energéticos del país. Este grupo fue encabezado por el vicepresidente Dick Cheney, quien es conocido, entre otras, por la laguna de la ley de Halliburton (Halliburton Loophole), que consistió en la exención de reportar las sustancias y químicos utilizados en la técnica de fracturación hidráulica, situación que eliminaba una gran barrera para los interesados en su desarrollo, pero

que generaba molestia y preocupación entre la sociedad. Enmarcadas en una política de seguridad nacional, se realizaron modificaciones institucionales y legislativas, y se creó un escenario de necesidades de producción, exploración, extracción y transformación de hidrocarburos que reforzaron la utilización de la fracturación hidráulica, considerada el motor para alcanzar la independencia energética.

Con una clara decisión para resolver la dependencia de las importaciones de petróleo, que en 2005 alcanzó su punto máximo al significar el 60% del hidrocarburo, se realizaron diversas acciones para elevar su producción energética, incluso el aprovechamiento del carbón, petróleo y gas. Como resultado, entre 25,000 a 30,000 pozos en yacimientos no convencionales fueron construidos cada año, de 2011 a 2014. De manera que la técnica de *fracking* contribuyó al aumento en la producción del petróleo y gas, con un aproximado de más del 50% del primero y del 70% del segundo en 2015, como resultado de ello se logró la independencia total de EUA en el sector energético, aunque, debido a la caída de los precios del gas y petróleo crudo, esas cifras se redujeron a 20,000 pozos perforados anualmente (EPA, 2016).

Si bien ese país consiguió sus objetivos de producción atendiendo únicamente a los beneficios económicos a corto plazo, ha ignorado los impactos negativos sociales y ambientales que trae aparejada la implementación de la técnica, tales como enfermedades y contaminación ambiental (Bamberger y Oswald, 2014). Además, esta nación busca influir a través de su poder y ubicación geográfica en países como México para ampliar sus zonas de abastecimiento y asegurar sus reservas (Vargas, 2015b).

Otra ventaja lograda por EUA es la producción y venta de químicos utilizados en la técnica de la fractura hidráulica (Gandossi y Von Estorff, 2015). Así, tenemos que, de ser un importador de químicos en 2011, es ahora un exportador de ellos, lo que genera grandes inversiones en el país y le convierte en el productor de químicos de menor costo fuera de Medio Oriente (Guertzgen, 2015).

Ahora bien, el éxito del aumento en la extracción del *shale gas/oil* a través de la utilización de la técnica de *fracking* en EUA se debe, principalmente, a los siguientes factores:

- I) Una regulación basada en la propiedad privada de los hidrocarburos.
- II) Control estatal o local de esta actividad.
- III) La ausencia de la burocracia federal que produce el ingreso de nuevas tecnologías cambiando con ello las reglas del mercado (Merrill, 2013).

En la actualidad, se ha enaltecido el potencial de EUA para ser el líder en la exportación de gas natural, lo cual se argumenta ayudará a México a satisfacer sus necesidades de corto plazo y le permitirá ganar tiempo para avanzar en la extracción de sus propios recursos localizados en yacimientos convencionales y potencializar aquellos no convencionales, liberándolo con ello de su dependencia hacia EUA (Nava, 2016).

Ante el escenario actual que impera en México y bajo las directrices poco claras del Gobierno en turno, la dependencia de las importaciones de gas proveniente de EUA se hace cada vez más latente.

1. *Un bloque geopolítico en Norteamérica y los hidrocarburos no convencionales*

A lo largo de la historia, las estrategias geopolíticas han jugado un papel importante en el mundo y el sector hidrocarburos no escapa a ellas. Antes de la llegada del presidente Donald Trump, se señalaba que si las inversiones y la extracción de los recursos naturales fósiles en México generaban las ganancias esperadas, éstas traerían aparejada la creación de un bloque geopolítico entre EUA, Canadá y México, lo que contribuiría a la independencia energética de la región.

No obstante, durante la renegociación de la política exterior entre EUA y México hubo diversas tensiones que limitaron la cooperación y ayuda mutua; inclusive se tuvo poca certeza sobre la renegociación del TLCAN, que unió a los tres países en materia comercial desde enero de 1994 y que hoy se materializa en el nuevo T-MEC.

En el capítulo VI sobre energía y petroquímica básica del TLCAN se buscó eliminar las restricciones al comercio sobre energéticos y petroquímica básica. El Anexo 602.3 reservó para el Estado mexicano una serie de actividades estratégicas, tales como la exploración y extracción de crudo y gas natural, refinación y procesamiento de gas, así como la petroquímica básica. La reserva incluyó todo lo relacionado con el comercio exterior y la distribución de esos productos, además de la generación y distribución de energía eléctrica. Aunque cabe apuntar que, en la medida en que las reformas legislativas del Gobierno federal abren las puertas a la participación de empresas extranjeras en las actividades mencionadas en ese anexo, las reservas mexicanas dejarán de tener sentido y se convertirán en una reliquia legal.

El actual T-MEC reconoce la propiedad directa, inalienable e imprescriptible del Estado sobre los hidrocarburos. Asimismo, como resultado de

las negociaciones, se elaboró la denominada “Carta Paralela” que, a pesar de no haberse suscrito por México, tuvo como objetivo delimitar las instituciones y el marco normativo que se aplicará para dar certeza a las inversiones en el sector.

Ahora bien, en caso de una unión estratégica en materia de energía entre los tres países de América del Norte, la cual buscaría la creación de un bloque sólido, sería necesario considerar tanto las similitudes de los tres Estados como brindar atención a las diferencias, tales como situación social, ambiental y económica (Vargas, 2014b).

Bajo el panorama actual, si se llegase a gestar un bloque entre EUA, Canadá y México, sin que exista una modificación de fondo en la forma en la que los tres países llevan actualmente su política en el sector hidrocarburos, Canadá y México continuarán únicamente como exportadores del recurso frente a EUA. En definitiva, si se pretende buscar una política regional al respecto, se debe contar con un objetivo común bajo escenarios similares.

Más allá de la creación del bloque planteado, para EUA el contar con yacimientos no convencionales es una puerta para dejar a un lado la dependencia en la importación del petróleo; por lo que se considera que los próximos movimientos de ese país estarán dirigidos a la explotación de yacimientos ubicados en el Golfo de México y el Atlántico a fin de aumentar las exportaciones masivas a Europa, en especial a Noruega, ya que existe una dependencia de ese continente por el gas proveniente de Rusia. El interés en el Golfo de México es netamente económico y no ambiental, lo que puede representar impactos negativos significativos en los ecosistemas existentes en esa zona (Wood, 2014). Dado que la contaminación no respeta fronteras, podrían generarse pasivos ambientales que serían económica y ambientalmente negativos para México.

Sin duda, es importante conocer las estrategias geopolíticas de los países para comprender las razones de sus alianzas o cambios en su funcionamiento. No obstante, en el caso de México resulta indispensable analizar las bondades que ofrecen las estrategias comerciales al tiempo de ponderar el rol de productor/exportador petrolero. Es necesario dar impulso a las energías renovables y tecnologías limpias para satisfacer las necesidades actuales, sin depender de las importaciones. Sin embargo, el escenario actual en México no es el óptimo, la extracción del hidrocarburo va en detrimento, las tomas clandestinas en todo el país no cesan y la política en el sector energético impulsa a los hidrocarburos, todo ello genera incertidumbre para la inversión extranjera que el país necesita.

2. *Los cambios en la política energética de Estados Unidos de América y la protección ambiental*

Durante la administración del expresidente de EUA, Donald Trump, fungieron como dirigentes de la Environmental Protection Agency, United States (EPA): Scott Pruitt (2017-2018), quien expresó en diversas ocasiones sus dudas respecto a la conexión entre las emisiones de dióxido de carbono y el calentamiento global; así como Andrew Wheeler (2019 a enero 2021), un exlobista⁴ americano a favor de las actividades de extracción de hidrocarburos, quien refirió que la atención de los efectos del cambio climático (CC) no estaban dentro de sus prioridades (Gunia, 2019), lo que refleja una negación de los efectos negativos al ambiente creados por el hombre.

Las políticas antiambientales ya se habían presentado en EUA durante el gobierno del presidente George Bush Jr., quien con su equipo censuraba o modificaba información para evitar mostrar científicamente las afectaciones ambientales producidas por el dióxido de carbono (Oropeza, 2015: 456). Aunado a este tipo de acciones, se suma el que la propia EPA removió de su cargo al menos a cinco miembros de una importante junta de revisión científica, y decidió eliminar información científica de interés de las principales páginas *web* del Gobierno, situaciones que generan una negación absoluta de la ciencia en lugar de considerarla como una de las principales herramientas para la protección ambiental. Esta forma de actuar refleja la prevalencia de las actividades económicas sobre la protección ambiental.

Aunado a lo anterior, Trump afirmó que era necesario reactivar la utilización del carbón, así como continuar con la utilización de la técnica de fracturación hidráulica en EUA para la obtención de gas natural, por lo que quedó de manifiesto que su administración no tuvo interés en la conservación de los recursos naturales ni en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en beneficio de la sociedad en general. Por el contrario, su visión se centró en la obtención de mayor competitividad a costa de las demandas sociales efectuadas por los grupos que se verían directa e indirectamente afectados por dichas prácticas y que pugnan por un desarrollo sostenible.

En consonancia con lo anterior, el presidente Trump llevó a cabo la firma de una orden ejecutiva por virtud de la cual se impulsó la generación de empleos en las minas de carbón, sin importar los efectos que pudieran producirse en materia de CC por la reactivación del uso de ese recurso; en

⁴ Término generalmente utilizado para identificar a una persona que, a través de la persuasión, busca para influir en las decisiones políticas de un Estado.

adición, rescindió la moratoria de las minas de carbón en tierras federales y solicitó la revisión del Plan de Energía Limpia, realizadas estas últimas por el expresidente Obama, quien pretendía impulsar una transición energética mediante la utilización de energías renovables. Para Trump, la mejor manera de proteger el ambiente era con una economía fuerte, mientras que la visión de los opositores refería que con estas decisiones se puso en peligro la salud, seguridad y prosperidad de los americanos.

Por si fuera poco, Trump no ratificó el Acuerdo de París, y con ello ignoró las metas de reducción de emisión establecidas, ya que no existe sanción alguna si no son alcanzadas (Sneed, 2016). Adicional a estas acciones, se incorporaron aquellas que se refieren a un recorte en el presupuesto para continuar con las investigaciones científicas relacionadas con la protección ambiental, las cuales pusieron en claro las prioridades de esa administración que se apartó del desarrollo sostenible de forma contundente.

Si bien fue muy preocupante la actuación del entonces presidente de EUA, lo es más que las empresas que desarrollan la actividad de la técnica de *fracking* en ese país sean las que pongan su atención en México, ya que es probable que repitan los patrones de extracción que realizan en su país, en donde son omisos en cuanto a la prevención de afectaciones ambientales, debido a que su interés es eminentemente corporativo y no ambiental.

Con la llegada a la presidencia de Joseph Robinette Biden Jr. se ha puesto en marcha un plan energético que pretende ir acorde con la crisis climática actual. Busca el desarrollo de un mayor número de proyectos de energía renovable para transitar de las energías a base de combustibles fósiles a aquellas que generen menos impactos ambientales.

Por todo lo señalado, la regulación mexicana se convierte en una pieza fundamental para la prevención de daños ambientales que pudieran traer consecuencias socioambientales irreversibles resaltando la necesidad del país de reducir su dependencia a los combustibles fósiles.

IV. LA RÉPLICA DE ESCENARIOS ENERGÉTICOS DEL NORTE AL SUR, Y LA REFORMA EN MATERIA DE ENERGÍA EN MÉXICO

El descubrimiento del yacimiento de Cantarell (nombre otorgado por su descubridor Rudesindo Cantarell Jiménez) en 1971, trajo aparejado que de 1974 a 1975 la producción de petróleo subiera en 25% y las exportaciones en 492%; aumentó su producción de 749 barriles hasta llegar a más de 2 millones de barriles al día para 2004, lo que representó su máximo nivel de extracción. A partir de ese momento, México se consolidó en el mercado y

durante 40 años tuvo una producción importante en el sector hidrocarburos, a pesar de los malos manejos y de la corrupción dentro de Pemex (Oropeza, 2015).

México vivió años de gloria por los recursos energéticos con los que contaba, no obstante, en 1986 empezó el declive de la producción petrolera (Pemex, 2013a), de la cual el país no se ha podido recuperar. Con la decisión de no continuar con la infraestructura dedicada a la transformación del petróleo, aunado al desmantelamiento de sus grandes complejos petroquímicos, Pemex empezó a enfrentar, además, la reducción de las reservas petroleras (Oropeza, 2015).

En 2011, se hicieron diversas declaraciones por parte del entonces titular de la Sener, de las que se desprende no sólo que el momento histórico del declive de Pemex había llegado, debido a que esta entidad estaba rebasada en sus actividades; que era necesario explotar los hidrocarburos —incluidos los de yacimientos no convencionales— con mejor tecnología e inversión, lo cual se obtendría del extranjero. Como ejemplo de lo anterior, se indicó que en aguas profundas, y con apoyo de empresas como Statoil y Petrobras —con tecnología exploratoria— en unión con empresas de EUA, era posible extraer el *shale gas/oil*, lo que quizá podría desarrollarse a través de contratos incentivados (García, 2011).

Antes de la publicación de la reforma energética, el presidente de la República, Enrique Peña Nieto, y el entonces director general de Pemex, Emilio Lozoya, señalaron que dicha reforma ayudaría a modernizar el sector hidrocarburos e incrementaría la competitividad del país. Así pues, las necesidades de Pemex no eran una cuestión novedosa, pero las acciones para atenderlas fueron nulas y las consecuencias para aquellos que desarrollaron la reforma energética muy claras: era necesario recibir ayuda del extranjero para extraer los hidrocarburos ubicados en territorio mexicano, incluidos los de yacimientos no convencionales.

Para septiembre del 2012, México ocupaba el cuarto lugar en la producción de crudo, el vigésimo sexto en la producción de gas, el décimo octavo en la capacidad de refinación y el décimo entre las empresas petroleras del mundo, según estadísticas del *ranking* que maneja *Petroleum International Weekly*. Para diciembre de 2016, Pemex producía 2,035 millones de barriles diarios de petróleo crudo y un año más tarde tan sólo 1,873 millones de barriles diarios (Pemex, 2017a). Esta situación llevó a que la OCDE refiriera que era indispensable atender la debilidad financiera de Pemex, ya que constituía un riesgo capaz de poner en peligro la estabilidad macroeconómica del país (OECD, 2019).

Lo anterior fue tomado como justificación para gestar la reforma constitucional en materia energética en México, la cual trajo como consecuencia la modificación y expedición de nuevos ordenamientos jurídicos, así como la creación de un nuevo andamiaje institucional orientado a atraer inversiones y modernizar al sector energético —incluido Pemex—; todo ello, según el discurso oficial, con la finalidad de apoyar la economía familiar, el desarrollo social, el cuidado del medio ambiente, el aumento de la transparencia del sector energético, la competitividad del país, así como la capacidad productiva e industrial (Gobierno de la República, 2013).

Actualmente, el gobierno del presidente Andrés Manuel López ha apostado por la creación de una nueva refinería en el estado de Tabasco, cuya realización estará a cargo de Pemex y la Sener, ello pese a que el Instituto Mexicano de la Competitividad y otras instituciones han señalado que los costos serán mayores que los beneficios (IMCO, 2019).

Como consecuencia de la reforma energética, se produjo en 2015 la creación de empresas productivas subsidiarias de Pemex, a saber: Pemex Exploración y Producción, Pemex Transformación Industrial, Pemex Perforación y Servicios, Pemex Logística, Pemex Cogeneración y Servicios, Pemex Fertilizantes y Pemex Etileno, a efecto de contar con mayor especialización en diversas materias y realizar una distribución de funciones.

A pesar de las modificaciones jurídicas y estructurales realizadas como consecuencia de esta reforma, se dejó del lado el impulso a una parte trascendental en la cadena de valor de los hidrocarburos, la transformación. Aún no están claras las previsiones de una cadena de suministros que desemboquen en manufacturas transformadas y no sólo en la exportación de *commodities*, con eso concluimos que el problema por el que transitó Pemex no ha sido solucionado y simplemente se da participación a agentes externos (Oropeza, 2015), comprometiéndose la soberanía energética nacional.

1. *La injerencia de Estados Unidos de América en la creación de la reforma energética en México*

¿Sería posible afirmar que la apertura a las inversiones extranjeras para la extracción de los hidrocarburos no convencionales a través de la reforma energética en México fue una decisión unilateral? Es probable que no.

Para justificar de forma concreta la necesidad de crear un nuevo marco normativo que permitiera cambiar la estructura y el funcionamiento energético en el país era imperioso contar con la declaración de actores nacionales e internacionales que influyeran en el sector hidrocarburos.

Desde 2011, se generaron declaraciones de la entonces directora ejecutiva de la IEA, Maria van der Hoeven, que hacen referencia al brillante futuro energético que tiene México (en especial en materia de gas natural), el cual plantea la posibilidad de dar por terminadas las importaciones e iniciar la independencia energética de México. En ese mismo año, se señalaba que México tenía un gran potencial de gas en yacimientos no convencionales, aun y cuando no se contaba con información certera al respecto; inclusive, fue en ese mismo año en el que se registró por primera vez la terminación de un pozo de exploración de yacimientos no convencionales realizado por Pemex en el estado de Coahuila de Zaragoza (CNH, 2016), lo que refleja que las afirmaciones vinculadas con el potencial de hidrocarburos de yacimientos convencionales en México eran muy aventuradas y no contaban con datos para soportarlas.

No obstante, se afirmó que México tenía la cuarta reserva mundial no convencional equivalente a 681 billones de pies cúbicos (Pemex señalaba que entre 150 y 459 billones de pies cúbicos), detrás de China, EUA y Argentina. Por ello, México debía buscar una forma más eficiente para extraer esos recursos que superara los contratos integrales o incentivados que daban certidumbre jurídica, pero no generaban los resultados con la rapidez esperada (López, 2011). Ante esta situación, se comenzó a cuestionar si Pemex era la institución idónea para llevar a cabo la extracción de hidrocarburos de yacimientos convencionales y no convencionales, lo que terminó en su transformación ante la argüida incapacidad técnica y financiera de esa institución.

Por tanto, México debía buscar replicar el modelo de EUA para igualar los resultados, y se insistía en que México estaba en condiciones de elevar sus reservas de gas natural de forma considerable a partir del *shale gas/oil*, tal como lo habría hecho EUA durante 2007 y 2009.

Como se advierte, la reforma energética estuvo apuntalada en la influencia de funcionarios, corporaciones y empresarios estadounidenses (Vargas, 2005). La injerencia estadounidense buscaba sentar las bases para explotar los hidrocarburos existentes en el Golfo de México y fortalecer el empoderamiento de EUA en el mercado del gas natural mediante los recursos de México (Cárdenas, 2015).

Las empresas estadounidenses fueron las primeras beneficiadas con la implementación de la reforma energética mexicana. Como ejemplo de lo anterior se tiene la asignación de 100% de la capacidad de almacenamiento ofertada por Pemex a la empresa estadounidense Tesoro; la construcción de la primera fase del ducto Los Ramones que abastecerá de gas natural desde la frontera norte de Tamaulipas hasta el centro-occidente del país, operado

por la estadounidense Sempra, y la adjudicación de Los Ramones II para la construcción del gasoducto que va desde Nuevo León hasta San Luis Potosí a las empresas Odebrecht, Techint y la mexicana Arendal. Sin embargo, los efectos de la reforma han sido distintos con la nueva administración federal mexicana, ya que el presidente López Obrador cuenta con un espíritu nacionalista, al amparo del cual expresa su aversión a la inversión extranjera, lo que ha llevado a México a caer ocho lugares en el índice de inversión extranjera directa.

Vale la pena mencionar que las empresas que pretenden realizar actividades de *fracking* en nuestro país no tienen un pasado muy plausible. Su historial las ha relacionado con actividades de corrupción y afectaciones al medio ambiente. Prueba de ello son los escándalos generados por Exxon Mobil Corp, Royal Dutch Shell, Chevron-Texaco, British Petroleum, Total S. A. y Gulf Oil Corp (Egremy, 2017).

Por si fuera poco, existen analistas que afirman que lo que ha sido difundido y alardeado como el negocio del futuro no lo es tanto (explotación de recursos no convencionales). Si se atiende al flujo de caja libre (FCL), entendido como el equivalente al flujo de caja operativo menos la inversión en activos fijos y los dividendos, las compañías presentan resultados negativos durante un periodo largo, lo que representa problemas graves para éstas, y genera, en muchas ocasiones, la venta de sus activos y acciones. Examinando el FCL de las 20 principales empresas que se dedican a la explotación de esquistos, tanto petroleras y gaseras que perforan en EUA, sorprende lo deteriorado de su flujo, sin excepción (Rogers, 2014). Una de las consecuencias de que el FCL no sea positivo es que incentiva la venta de acciones y activos; incluso, hay casos en los que algunos activos se venden en una cuarta parte del precio ofrecido originalmente a los inversionistas.

Las 20 corporaciones, mencionadas en el párrafo que antecede, invirtieron 167,000 millones de dólares en activos fijos entre 2010 y 2012, pero ni una sola generó un FCL positivo. Se trata pues de un modelo de negocio insostenible. Lo más preocupante es que de esas empresas depende la energía de EUA y algunas de ellas están literalmente al borde de la bancarrota (Rogers, 2014). Con lo antes dicho, es indispensable centrar la atención en las acciones de estas empresas, así como en el comportamiento de las mexicanas, para conocer si en realidad existen ganancias probadas a partir de la aplicación de la técnica de *fracking* y no se está ante una ficción de negocio.

Como consecuencia del panorama alentador que se expuso respecto de la extracción del *shale gas/oil* en México, se crearon diversos instrumentos normativos que permiten la aplicación de la técnica de fracturación hidráulica, dando lugar a violaciones a los derechos humanos, tales como

al agua potable y saneamiento, al medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar, a la salud, por citar algunos (Anglés, 2016a).

Finalmente, frente a la inclusión de esta tecnología, las reservas durarán menos, por lo que será menor el tiempo que tenga México para incursionar en un campo de diversificación de energéticos en el que se incluya a las energías renovables. Es indispensable que México invierta en los tipos de tecnología que le liberen de la dependencia de la infraestructura de algún otro Estado o empresa extranjera. Sin lugar a duda, los recursos petroleros en México llegarán a su fin, y cuando esto ocurra, se debe estar preparado para que de forma independiente y sin estar sujetos a las decisiones políticas e intereses, en especial de EUA, se mantenga la soberanía nacional.

2. *Reforma constitucional en materia de hidrocarburos*

La base para impulsar la reforma constitucional en materia de energía se encuentra en el denominado Pacto por México, acuerdo político nacional entre el presidente de la República en turno, Enrique Peña Nieto, y los presidentes de las tres fuerzas políticas más importantes del país (PAN, PRI y PRD), adoptado el 2 de diciembre de 2012. Entre los compromisos del Pacto, se encontraba el realizar una reforma energética que convirtiera a ese sector en uno de los más poderosos motores del crecimiento económico a través de la atracción de inversión, el desarrollo tecnológico y la formación de cadenas de valor.

A medida que avanzaron las negociaciones y declaraciones del presidente en turno, el perfil de dicha reforma era claro, aperturar el sector energético, situación que requería una reforma constitucional a los artículos 25, 27 y 28. Ello evidenció la supremacía de la economía sobre la protección de los intereses del pueblo, que dio fin al monopolio estatal respecto de la extracción del petróleo y del gas, que estaba vigente desde la expropiación petrolera de 1938.

Es así que, tras una reforma *fast track*, el 11 y 12 de diciembre de 2013 respectivamente, la Cámara de Senadores y de Diputados aprobaron en lo general y en lo particular la reforma a los tres artículos constitucionales ya mencionados. En adición, en un tiempo récord: en 3 días, 16 de los 31 congresos locales ya habían ratificado la reforma (Rodríguez, 2016b).

De los estados de la República que hoy están identificados como zonas potenciales para la explotación de los hidrocarburos en yacimientos no convencionales, es decir, Coahuila de Zaragoza, Hidalgo, Querétaro, Veracruz de Ignacio de la Llave, Chiapas, Tamaulipas, Nuevo León, Oaxaca, Puebla,

San Luis Potosí y Tabasco, sólo este último se negó a votar favorablemente dicha reforma constitucional. La constante en las votaciones, tanto en el Congreso de la Unión como en los congresos locales, fue la rapidez de dichas votaciones y la resistencia social detenida y apagada por la fuerza pública.

Por lo antes mencionado, para materializar esta decisión política, a finales de 2013, la CPEUM fue objeto de una serie de reformas en materia de energía que implicaron todo un cambio administrativo y normativo de gran trascendencia en el país, el cual estuvo orientado a enfrentar los requerimientos financieros y de recursos humanos, así como la complejidad técnica y operativa de los proyectos de exploración y producción de hidrocarburos. Por ello, se arguyó que el desarrollo y aplicación de tecnologías de punta (*fracking*) que harían posible el óptimo aprovechamiento de los recursos, debían ser uno de los principales pilares para el fortalecimiento del sector (Sener, 2013a).

Así, tenemos que el actual artículo 25 constitucional, que alude a la rectoría estatal del desarrollo nacional, señala que éste debe ser integral y sustentable, al tiempo de fortalecer la soberanía de la nación y su régimen democrático mediante la competitividad (entendida como el conjunto de condiciones necesarias para generar un mayor crecimiento económico, promoviendo la inversión y la generación de empleo), el fomento del crecimiento económico y el empleo, así como una más justa distribución del ingreso y la riqueza.

Además, refiere que el sector público tendrá a su cargo, de manera exclusiva, las áreas estratégicas que se señalan en el artículo 28, párrafo cuarto, de la CPEUM, manteniendo siempre el Gobierno Federal la propiedad y el control sobre los organismos y empresas productivas del Estado que en su caso se establezcan. Tratándose de la exploración y extracción de petróleo y demás hidrocarburos, la nación llevará a cabo dichas actividades en términos de lo dispuesto por el párrafo séptimo del artículo 27 constitucional. En las actividades citadas, la ley establecerá las normas relativas a la administración, organización, funcionamiento, procedimientos de contratación y demás actos jurídicos que celebren las empresas productivas del Estado (DOF, 1917, actualizada al 20-12-2013).

Este precepto constituye el fundamento legal para la transformación de Pemex y la Comisión Federal de Electricidad en EPE, categoría inexistente en el derecho positivo mexicano que se identifica por su carácter empresarial y un régimen jurídico especial, por lo que la consecución del interés general no forma parte de su objeto (Cárdenas, 2014). Estamos ante la regulación de un nuevo régimen económico, articulado por un Gobierno Corporativo

con capacidad de contratación y negociación dentro del derecho privado, pero con recursos de la hacienda pública; por lo que las EPE están sujetas a una regulación ambivalente, en la que convergen el derecho público, el derecho privado, el social y el internacional.

En cuanto a los bienes nacionales, el artículo 27 constitucional, en su párrafo séptimo, establece que:

Tratándose del petróleo y de los hidrocarburos sólidos, líquidos o gaseosos, en el subsuelo, la propiedad de la Nación es inalienable e imprescriptible y no se otorgarán concesiones. Con el propósito de obtener ingresos para el Estado que contribuyan al desarrollo de largo plazo de la Nación, ésta llevará a cabo las actividades de exploración y extracción del petróleo y demás hidrocarburos mediante asignaciones a empresas productivas del Estado o a través de contratos con éstas o con particulares, en los términos de la Ley Reglamentaria. Para cumplir con el objeto de dichas asignaciones o contratos, las empresas productivas del Estado podrán contratar con particulares. En cualquier caso, los hidrocarburos en el subsuelo son propiedad de la Nación y así deberá afirmarse en las asignaciones o contratos. (*DOF*, 1917, actualizada al 20-12-2013)

También fue necesario modificar el modelo económico del Estado, pues previo a la reforma en análisis, el artículo 28 constitucional distinguía entre actividades estratégicas, que por su trascendencia estaban reservadas de forma exclusiva al Estado, por lo que únicamente éste, a través de sus organismos públicos, podía realizarlas (sin margen de intervención para el sector privado y social); las áreas prioritarias, sobre las cuales el Estado ejercía la rectoría económica y la prevalencia en su ejecución, pero en las que permitía la participación de particulares y del sector social; y, por último, las actividades de economía de mercado, en las que podían participar tanto el Estado como los sectores social y privado en igualdad de condiciones. Pero como resultado de la reforma energética, este precepto constitucional establecido en el artículo 28, párrafo cuarto, dispone:

No constituirán monopolios las funciones que el Estado ejerza de manera exclusiva en las siguientes áreas estratégicas: correos, telégrafos y radiotelegrafía; minerales radiactivos y generación de energía nuclear; la planeación y el control del sistema eléctrico nacional, así como el servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica, y la exploración y extracción del petróleo y de los demás hidrocarburos, en los términos de los párrafos sexto y séptimo del artículo 27 de esta Constitución, respectivamente; así como las activida-

des que expresamente señalen las leyes que expida el Congreso de la Unión. (*DOF*, 1917, actualizada al 20-12-2013)

A manera de regir un nuevo orden jurídico en materia de exploración y extracción del petróleo y gas, así como de transformar desde la estructura más profunda la exclusividad estatal sobre el acceso a recursos naturales considerados, con antelación, estratégicos para el desarrollo y la soberanía nacionales, fue expedida la nueva LH, reglamentaria de los artículos 25, párrafo cuarto; 27, párrafo séptimo; y 28, párrafo cuarto de la CPEUM, publicada en el *DOF* el 11 de agosto de 2014.

En esta Ley se materializa el nuevo paradigma en materia de exploración y extracción de hidrocarburos permeado de la Constitución, bajo dos grandes postulados:

- I) Los hidrocarburos en el subsuelo son propiedad de la nación, por lo que no se otorgarán concesiones.
- II) La exploración y la extracción de petróleo y demás hidrocarburos son áreas estratégicas, por lo que la nación las llevará a cabo mediante asignaciones a EPE o a través de contratos con éstas o con particulares.

En consecuencia, las asignaciones se otorgan a EPE, las cuales están facultadas para suscribir contratos que permitan acceder a actividades reservadas de forma exclusiva al Estado. Evidentemente se trata de una simulación jurídica, pues sostener que sólo la nación llevará a cabo la explotación y extracción de hidrocarburos, y enseguida señalar que ello podrá realizarse mediante contratos, incluso con particulares, evidencia el tránsito hacia la consolidación del Estado neoliberal que garantiza la entrada a las inversiones extranjeras (Anglés, 2017); pues, como afirma Harvey (2004), los bienes públicos en resguardo del Estado se colocan en el mercado para que el capital sobreacumulado invierta y especule a través de diversos instrumentos jurídicos denominados, como los contratos y las asignaciones que garantizan un acceso preferente del capital privado a aquéllos.

3. El papel de Pemex en la extracción de hidrocarburos en yacimientos no convencionales

Como se ha dicho, México ha pasado de ser un país con grandes recursos energéticos administrados por una empresa monopólica estatal, a otro

basado en las expectativas de reservas abiertas a la inversión privada, con una participación marginal a través de una EPE.

El año del declive de la producción petrolera es aún desconocido, pero los hechos relacionados con el crecimiento de la demanda de hidrocarburos como un recurso finito son indiscutibles (Oropeza, 2015).

Desde 1956, se hizo referencia a la denominada teoría del pico de Hubbert, que alude a la existencia de un declive en la extracción del petróleo en EUA, con proyección a los años setenta. En la llamada curva de Hubbert se refleja que hay un punto máximo de extracción de hidrocarburos al que se le nombró pico o cenit del petróleo (*peak oil*) y un comportamiento ascendiente y descendiente simétrico (Fernández y Jusment, 2010, Goodstein, 2005 y Martenson, 2011).

Situación que nos ha llevado a transitar de una era de yacimientos convencionales de mayor accesibilidad mediante tecnología avanzada, a una de yacimientos no convencionales, no conocidos y/o probados que requiere de tecnología en potencia; por lo que el cambio es innegable.

Vale la pena hacer notar que, a nivel mundial, las incertidumbres en el sector de los hidrocarburos han sido la justificación idónea para la creación de guerras como la de Irak o cambios en los precios de los insumos; todo ello, basado en información generada por un grupo selecto de personas e instituciones con intereses individuales. Contar con proyecciones certeras y verosímiles sobre la existencia de hidrocarburos ha sido un arma utilizada por países y empresas para crear inversiones; pero a la vez, ha sido el mejor mecanismo para generar fraudes por parte de una minoría que busca un beneficio particular y no de la colectividad (Oropeza, 2015).

Pareciera entonces que el caso de México no es la excepción, pues pese a la incertidumbre sobre la existencia y potencial de los hidrocarburos en yacimientos no convencionales, se ha generado una serie de especulaciones dentro de las que los más optimistas van en la delantera al señalar que las reservas no convencionales serán la solución del abastecimiento de hidrocarburos.

Mediante el INAI, y bajo número de folio 1857500022917, se solicitó en 2017 información a Pemex respecto de sus actividades referentes a la implementación de la técnica de *fracking* en México. Como resultado, se obtuvieron respuestas de cuyo análisis se desprende lo siguiente (INAI, 2017a):

- I) Activo de Producción Lakach-Kunah-Piklis: no tiene información al respecto.

- II) Activo de Producción Tampico-Misantla: no existe esa información.
- III) Activo de Producción Bloque N01 (AIPBN01): durante 2016, se realizaron trabajos de fracturación hidráulica en 20 pozos ubicados en los municipios de General Bravo, Doctor Coss y China, pertenecientes al estado de Nuevo León y en los municipios de Reynosa, Guerrero, Miguel Alemán y Camargo en el estado de Tamaulipas, obteniendo gas y condensados.⁵
- IV) Activo Integral de Producción Bloque N02 (AIPBN02): en el periodo de 2016 a febrero de 2017, el AIPBN02 realizó fracturación hidráulica en el estado de Puebla, municipios de Venustiano Carranza y Tihuatlán; así como en el estado de Veracruz, en el municipio de Coatzintla.⁶
- V) Activo de Producción Bloque N03 (AIPBN03): al respecto Pemex remitió la información contenida en las tablas 6 y 7 (en la siguiente página),⁷ de las que se desprenden los municipios del estado de Veracruz y el producto extraído.

Como parte del paquete de respuestas proporcionadas por Pemex a la solicitud con folio 1857500029319, que versaba sobre el establecimiento de los estados y municipios en donde Pemex ha implementado la técnica de fracturación hidráulica, dicha empresa adicionó, a través de sus diversas áreas administrativas, la información contenida en la tabla 8 (que puede observarse en subsiguiente página).

⁵ Mediante otra solicitud de información a Pemex, bajo folio número 1857500029319, realizada por un tercero en 2019, Pemex indicó que, en ese mismo bloque AIPBN01, realizó la extracción de hidrocarburos en esos mismos estados, al cual fue agregado el estado de Coahuila de Zaragoza (INAI, 2019).

⁶ Mediante la misma solicitud mencionada en el párrafo anterior, Pemex indicó que en ese mismo bloque AIPBN02, las entidades y municipios donde se realiza la extracción de hidrocarburos mediante fracturación hidráulica son: *a)* Puebla: municipios de Francisco Z. Mena, Pantepec y Venustiano Carranza; *b)* Tamaulipas: municipio de Altamira; *c)* Veracruz: municipios de Álamo Temapache, Castillo de Teayo, Chicontepec, Coatzintla, Espinal, Papantla, Tepetzintla y Tihuatlán. Como puede observarse, la segunda respuesta de la autoridad brinda más información respecto a la actividad de Pemex, reiterando la falta de coordinación y unificación de los datos proporcionados al público.

⁷ Mediante misma solicitud que la mencionada en el párrafo anterior, se afirma que el bloque AIPBN03 no cuenta con áreas terrestres no convencionales, situación que es contraria a la primera respuesta brindada.

Tabla 6. Activo de Producción Bloque N03. Municipios del estado de Veracruz de Ignacio de la Llave en donde Pemex ha utilizado la técnica de fracturación hidráulica

<i>Estado</i>	<i>Municipio</i>	<i>Año</i>	<i>Tipo de fluido</i>
Veracruz de Ignacio de la Llave	Tierra Blanca	2005, 2006	Aceite
	Alvarado	2003, 2004	Gas seco
	Ixmatalhuacan	2010	Gas seco
	Cosamaloapan de Carpio	2003, 2005	Gas seco
	Ignacio de la Llave	2003	Gas seco
	Tlalixcoyan	2003, 2005, 2006	Gas seco
	Juan Rodríguez	2013	Gas seco
	Tierra Blanca	2003, 2005, 2006, 2009	Aceite
Ignacio de la Llave	2004	Gas seco	

FUENTE: INAI, 2017a

Tabla 7. Activo de Producción Bloque N03. Municipios del estado de Veracruz de Ignacio de la Llave en donde Pemex ha realizado perforación horizontal

<i>Estado</i>	<i>Municipio</i>	<i>Año</i>	<i>Tipo de fluido</i>
Veracruz de Ignacio de la Llave	Ixmatalhuacan	2006	Gas seco
	Cosamaloapan de Carpio	2006, 2009	Gas seco
	Chacaltianguis	2009, 2010	Gas seco
	José Azueta	2011	Gas seco
	Playa Vicente	2015, 2016	Aceite
	Tlalixcoyan	2007	Gas seco
	Tierra Blanca	2007, 2008, 2009, 2010	Gas seco

FUENTE: INAI, 2017a.

Tabla 8. Estados donde se utiliza la técnica de *fracking* por parte de Pemex en México

<i>Área administrativa</i>	<i>Estado</i>	<i>Municipio</i>
Gerencia de Operación de Alianzas y Asociaciones. Grupo Multidisciplinario de Operaciones de Alianzas y Asociaciones Reynosa.	Tamaulipas	Camargo, Gustavo Díaz Ordaz, Miguel Alemán, Mier, Nuevo Laredo, Reynosa, San Fernando y Valadecés.
	Nuevo León	General Bravo y Doctor Coss
	Coahuila de Zaragoza	Progreso e Hidalgo
Subdirección de Producción Bloques Norte. Gerencia de Operación de Alianzas y Asociaciones. Coordinación del Grupo Multidisciplinario de Operación de Alianzas y Asociaciones, Tampico.	En los CIEP Campos Maduros no se realiza extracción de hidrocarburos de <i>shale gas/oil</i> u <i>oil shale</i> , ni se realiza la técnica de <i>fracking</i> .	
Subdirección de Producción Bloques Norte. Gerencia de Operación de Alianzas y Asociaciones. Grupo Multidisciplinario de Operación de Alianzas y Asociaciones, Poza Rica.	Puebla	Francisco Z. Mena
	Veracruz	Castillo de Teayo, Chicontepec y Tihuatlán

FUENTE: INAI, 2019.

De las respuestas proporcionadas por Pemex relacionadas con la aplicación de la técnica de *fracking* en México, pueden concluirse al menos dos cuestiones: I) las respuestas de la empresa a los mismos cuestionamientos en 2017 y 2019 son distintas, lo que deja de manifiesto no sólo una mala coordinación dentro de Pemex, sino la falta de certeza respecto de la información proporcionada, lo que se traduce en una vulneración al derecho de acceso a la información pública gubernamental, y II) los estados en los que sí se han realizado actividades mediante la técnica de *fracking* en México son: Nuevo León, Tamaulipas, Coahuila de Zaragoza, Puebla y Veracruz de Ignacio de la Llave.

Por otro lado, con la intervención de capital privado, Pemex prevé que la producción comercial de gas *shale* aumente alrededor de 2 Bcf/d (mil

millones de pies cúbicos) para 2025, lo que implica invertir mil millones de dólares para perforar 750 pozos. A la fecha, la exploración de yacimientos de *shale gas/oil* por parte de Pemex ha sido muy costosa, con un monto de aproximadamente veinte a veinticinco millones de pesos cada pozo, proporcionando modestas tasas de flujo de gas iniciales. Aunado a ello, el desarrollo potencial en México de sus recursos de *shale gas/oil* podría verse restringido por varios factores, incluidos los límites potenciales de la inversión en aguas arriba, las capacidades nacientes del sector de servicios locales de pizarra y las preocupaciones de seguridad pública en las zonas de yacimientos no convencionales (EIA, 2013). A éstos podemos adicionar la falta de infraestructura para conducir el hidrocarburo una vez extraído, tal y como ocurre en EUA, lo que ha motivado la quema del gas metano, con los efectos adversos a la atmósfera que ello implica.

Como resultado de una solicitud de información realizada a la CNH, se refirió que de 2011 a 2015 se perforaron un total de 18 pozos exploratorios (INAI, 2016a), de éstos, 25% no fueron productivos.

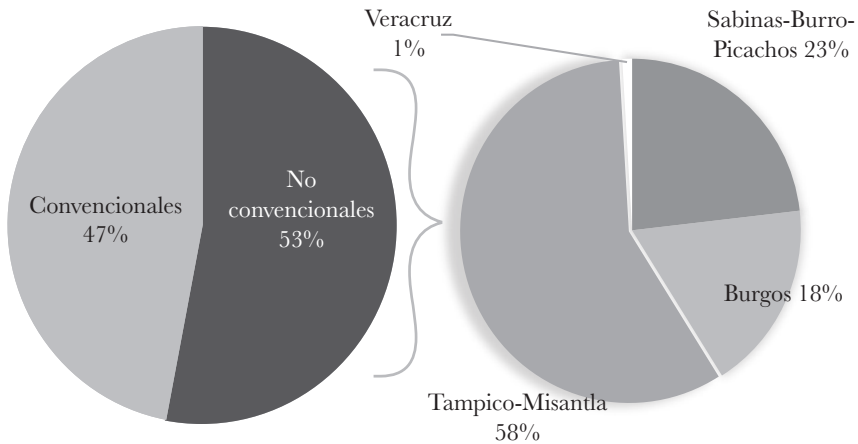
Bajo esta lógica, resulta prioritario dar seguimiento tanto a las actuaciones de Pemex como de las empresas privadas para identificar si las proyecciones efectuadas por los servidores públicos que impulsaron la reforma energética, así como por la IEA y aquellos sujetos que representan los intereses de EUA, fueron correctas. Por tanto, los avances en la extracción de los hidrocarburos de yacimientos no convencionales deberán evaluarse a corto, mediano y largo plazo al tiempo de determinar si los instrumentos normativos emitidos responden o no a los intereses neoliberales, existiendo el mandato expreso de respetar los derechos humanos como el relativo al medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar.

En México, las proyecciones relacionadas con el potencial existente en los yacimientos no convencionales se encuentran en el Plan Quinquenal, el cual tuvo modificaciones importantes tras una revisión en 2016. Entre algunos de los cambios que sufrió el documento se encuentra el transitar de 235 mil a más de 239 mil kilómetros cuadrados de área para la exploración y extracción de hidrocarburos, y de 38 mil 844 millones a 42 mil 681 millones de barriles de crudo equivalente de recursos prospectivos, distribuidos en todas las cuencas petroleras del país. Asimismo, en este Plan se establece la división de áreas para llevar a cabo las licitaciones en las categorías de aguas profundas, aguas someras, terrestres no convencionales y terrestres convencionales.

Ahora bien, al 1 de enero de 2016, y sin considerar las provincias petroleras de Chihuahua, Golfo de California y Vizcaíno-La Purísima-Iray, existía un potencial de recursos aún no descubiertos de 112,834 millones de

barriles de petróleo crudo equivalente (MMbpce) distribuidos de la siguiente manera: 47% (52,629 MMbpce) corresponde a recursos convencionales y 53% (60,205 MMbpce) a no convencionales. Estos últimos se localizan en las provincias petroleras de Sabinas-Burro-Picachos con 13,950 MMbpce (23.17%); Burgos con 10,770 MMbpce (17.88%); Tampico-Misantla con 34,922 MMbpce (58%)⁸ y Veracruz con 563 MMbpce (0.93%) (Sener, 2015: 28), lo que da un total de 60,205 MMbpce (véase ilustración 2).

Ilustración 2. Recursos no convencionales y provincias petroleras en México



FUENTE: elaboración propia con información de la Sener, 2015.

Con base en los números anteriores, las autoridades afirman que se requiere de un mayor conocimiento de las zonas para incorporar al rubro de “reservas” estos recursos; por lo que, de conformidad con la autoridad, resulta prioritario incentivar la inversión en la exploración del área del Golfo de México y de las cuencas precursoras de recursos no convencionales (Sener, 2015). En cuanto a las reservas existentes en el Golfo de México, aún no se tiene información concreta, aunque Pemex ha perforado 30 pozos exploratorios en aguas profundas, no ha podido certificar un solo barril de petróleo como reserva probada (Vargas, 2015a). La disminución en la

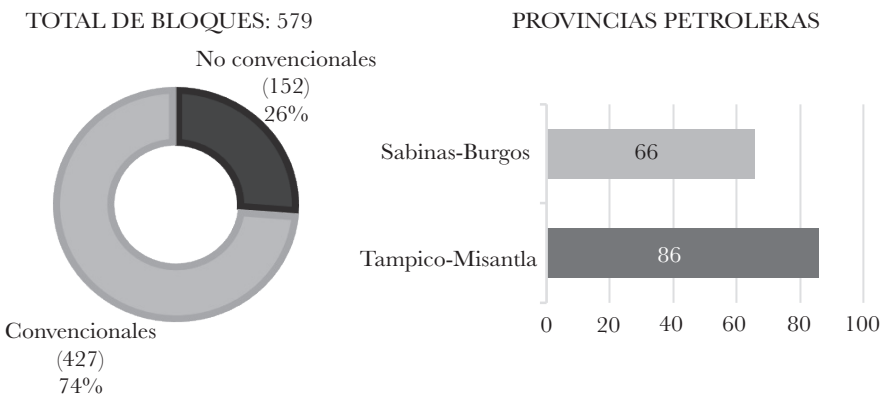
⁸ El recurso prospectivo asociado a los *plays* de la provincia petrolera Tampico-Misantla, incluye los 30 MMbpce identificados de la provincia petrolera Cinturón Plegado de la Sierra Madre Oriental (Sener, 2015).

producción y en las reservas probadas refleja una baja eficiencia, una gobernanza débil y una falta de inversión (OCDE, 2013a).

De acuerdo con la Sener, el total del volumen de los recursos prospectivos no convencionales aún no está documentado; esto es, se carece de un análisis a detalle que permita consolidar oportunidades exploratorias, por lo que los *plays* son hipotéticos con base en estimaciones por correlaciones y estudios indirectos (Sener, 2015). Por tanto, llama la atención la difusión y optimismo sin censura respecto del gran potencial energético de los yacimientos no convencionales en México. Como ya se mencionó, el Plan Quinquenal sufrió modificaciones derivadas de un nuevo análisis, ellas reflejaron recursos prospectivos no convencionales por la cantidad de 30,931.4 MMbpce y de 11,749.5 MMbpce de convencionales.

Los campos petroleros para llevar a cabo la exploración y extracción de recursos no convencionales se localizan en 78 áreas. Con base en la configuración de áreas de licitación resultado de la estrategia de 2017, se ofrecen 579 bloques para la selección de áreas para llevar a cabo actividades de exploración y extracción de hidrocarburos, de las cuales, 152 son para recursos no convencionales. De estas áreas, 66 de ellas son para Sabinas-Burgos y 86 para Tampico-Misantla (Sener, 2015) (véase ilustración 3 enseguida).

Ilustración 3. Áreas terrestres no convencionales con condiciones para su exploración y extracción



FUENTE: elaboración propia con información de la Sener, 2015.

A lo largo del Plan Quinquenal, se realizan precisiones o excepciones, debido a que se hacen ajustes en los números por cuestiones geológicas o adecuación de información, ello puede advertirse en las tablas 16 y 17, así como en la 22 de dicho Plan Quinquenal, en las que existe una diferencia de dos áreas a licitar para la exploración y extracción de hidrocarburos en yacimientos no convencionales.

No obstante, se considera que una aproximación para recursos prospectivos en áreas terrestres no convencionales entre los sectores Sabinas-Burgos y Tampico-Misantla, oscila alrededor de 31,327.0 MMbpce.

Si bien ha quedado de manifiesto que la información existente hasta el momento es incierta y que la responsabilidad de generarla a través de las actividades de la exploración ha sido transferida a la industria privada, es necesario analizar diversas condiciones particulares del país, como lo son las ambientales, sociales y económicas, sin pretender buscar alguna semejanza con EUA. La población, la estabilidad económica, así como los problemas sociales, son muy distintos entre México y su vecino del norte. Además, las características físicas para la explotación de los yacimientos no convencionales en México no son las mismas que en EUA; por ello, no podemos afirmar ni esperar que los resultados sean iguales, a pesar de que se quiera tener un gran optimismo al respecto.

Por el contrario, en EUA se cuenta con un régimen de derechos mineros privados; las empresas de exploración y extractivas cuentan con un fuerte apoyo por parte del Gobierno debido a que, a mejores resultados, la seguridad energética del país aumenta y su posicionamiento también; además, tienen disponible la tecnología y el personal con experiencia para aplicar la técnica de *fracking* sin que por ello hayan estado exentas de generar contaminación ambiental y afectaciones a la población. Respecto a México, la propiedad de los hidrocarburos corresponde a la nación, aunado a que dicha petrolera, como EPE, cuenta con escasa experiencia para llevar a cabo la técnica de *fracking*, además de que los resultados de las primeras pruebas efectuadas por Pemex no han sido alentadores.

Finalmente, será interesante dar seguimiento al aprovechamiento del *shale gas/oil* en el mercado nacional e internacional en contraposición con el uso de las energías renovables, así como al potencial de las empresas mexicanas y extranjeras en el desarrollo de tecnologías, pero, sobre todo, a su capacidad para identificar los riesgos, evaluar los impactos negativos *versus* aquellos positivos que la implementación de la técnica de fracturación hidráulica trae aparejada.