



CENTRO DE ESTUDIOS INTERNACIONALES

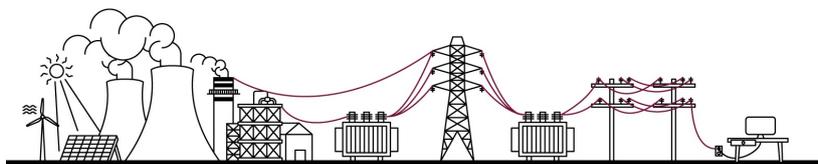
Encierre de carbono: diagnóstico del papel de las energías renovables en la Reforma Eléctrica de 2013

Tesis que para obtener el título de
LICENCIADA EN POLÍTICA Y ADMINISTRACIÓN PÚBLICA
presenta

Lucero Denis Figueroa Mugica

Director de la tesis:
Dr. José Luis Lezama

Ciudad de México, 2018



A mis papás,
por los cimientos.

ÍNDICE

Agradecimientos	i
INTRODUCCIÓN	1
JUSTIFICACIÓN DE INVESTIGACIÓN	13
Las energías renovables y sus ventajas	13
Seguridad energética y cambio climático: por qué se necesitan energías renovables	15
El caso de México	25
Potencial de las energías renovables en México	31
Energía Solar	31
Energía Eólica	32
Energía geotérmica	32
Bioenergía	33
Energía hídrica de pequeña escala	34
CAPÍTULO TEÓRICO	35
Estado, instituciones y energía	37
Institucionalismo histórico y las transiciones energéticas	38
Dependencia de camino, retornos crecientes y transiciones energéticas	45
Instituciones, cambio y políticas públicas	49
Metodología	51
CONSTRUCCIÓN DE LA DEPENDENCIA DE CAMINO Y EL “ENCIERRE” DE CARBONO EN MÉXICO	57
Preformación, formación y encierre de carbono en México	57
La “petrolización” de las finanzas públicas	60
Entramado institucional basado en la explotación y uso de hidrocarburos dentro y fuera de la industria	64
La dimensión simbólica de los hidrocarburos	70
La Reforma Energética	75
El nuevo esquema	80
El Mercado Eléctrico Mayorista (MEM)	82
Integración de energías “limpias”	85

HALLAZGOS	87
De energías renovables a “limpias”	87
Certificados de energías limpias (CEL)	93
Los Certificados de Energía Limpia como incentivo a la inversión	101
Estímulo selectivo	106
Las metas aspiracionales de generación “limpia” y obligación de CEL	109
Objetivos contradictorios	112
¿Cancha pareja?	118
El mercado de Potencia	120
Castigos selectivos	124
Instituciones, planes y programas	131
Gas natural y combustóleo: los más utilizados por la CFE	138
CONSIDERACIONES FINALES	141
Bibliografía	151
Anexos	169

AGRADECIMIENTOS

Reconocer que no hice esta investigación sola me da la oportunidad de agradecer a todos aquellos que formaron parte de mi vida estudiantil y profesional durante los últimos seis años. Los culpo a todos ustedes de poder culminar esto que empecé en agosto de 2012.

Agradezco al Colegio de México, institución con la que tengo una deuda impagable. Inscribirme en el programa de Política y Administración Pública es, sin lugar a dudas, la mejor decisión que he tomado. Todo lo que pasó después fue, en realidad, una consecuencia. Me llevo todo lo que puedo de este lugar inigualable, libros, ideas, amistades, maestros.

Agradezco sobre todo el haber coincidido con Martha Elena Venier. Gracias por darme lo que más me ha servido, saber algo sobre escribir, y por ser mi amiga, es un honor contar con su cariño. A María del Carmen Pardo, por las palabras de aliento y el apoyo incondicional. Al profesor Escalante, por los libros y las ciencias sociales. A Gerardo Esquivel, por compartir sus convicciones. A mis maestros Francisco Gil Villegas, Isabelle Rousseau, Hazel Blackmore, Raymundo Campos, Carlos Matute, Rodrigo Brito y Roberto Breña, por mostrarme sus mundos. A José Luis Lezama, por dirigir esta tesis, por recibirme de vuelta, por terminar esto conmigo.

A mi gran amigo Arturo de la Luz, porque fuiste un respiro en esos salones, por la impertinencia y el buen humor. Y gracias, Oliver, porque me hubiera quedado a medio camino sin ti, por ser el primero en creer en mí y por recibirme como lo hiciste.

Fuera de las paredes del Colegio, agradezco a la Fox International Fellowship y su director, Ben Cashore, por la orientación metodológica de esta investigación y a su administradora, Julia Muravnik, por la paciencia y comprensión. Los recursos a los que tuve acceso en la Universidad de Yale (y el tamaño chiquitito de la ciudad de New Haven) permitieron que pudiera definir el sentido de esta tesis y que la escribiera —por lo menos el comienzo. Gracias, Andrea y Rodrigo, por las porras, la compañía, el cariño y las Mory's Cups.

Gracias, ministro Manuel Medina, por nuestras conversaciones, por su enorme corazón, las comidas en París y por compartirme su entusiasmo por los pequeños grandes cambios y las políticas ambientales.

Al Dr. César Hernández, gracias por lo que ha sido una increíble experiencia profesional, por pensarnos como un equipo y por ser una fuente de aprendizaje diaria. Le agradezco infinitamente su apoyo y que comparta conmigo su conocimiento sobre la función pública.

A mis amigos, Ani, Hiram, Fer, Ana, Andrea, María, Luis, Andrés, Lobet, Yared, Majo, gracias por crecer conmigo, por siempre estar. A Karina, Nayeli y Jackie, muchas gracias por el cariño, la paciencia y la alegría.

Gracias, Rodrigo, por contagiarme el amor por El Colegio, por caminar este camino conmigo, por los que siguen y por hacer de un edificio gris, uno lleno de colores.

Y finalmente, a mi núcleo, mamá y papá, gracias por mi vida, por todo lo que soy y no soy también. Esto es de ustedes, con ustedes y para ustedes.

Ciudad de México, junio 2018.

INTRODUCCIÓN

La invención de la electricidad y su uso generalizado daban la sensación de un rompimiento, el fin de una época —las velas, las flamas y el motor de vapor— y el inicio de otra más limpia, saludable —sin humo y sin fuego. Durante las primeras décadas del siglo XX, la idea de una fuente de energía discreta, intangible y accesible, despertó un nuevo paradigma energético como reflejo de los tiempos de modernidad, ciencia y progreso. El 2 de octubre de 1927, apareció en el *New York Times* un encabezado alentador: “La era eléctrica: una nueva utopía”.¹

En México, la introducción de la electricidad encajaba con el ideario del porfirismo: orden, progreso y modernidad. Poco después de que se utilizara la energía eléctrica en el sector industrial (minero y textil) en la década de 1880, se empezó a implementar para alumbrado público, tranvías eléctricos, y se construyeron las primeras plantas eléctricas, todo dentro de un esquema de concesiones con inversión extranjera.² La construcción de la industria eléctrica trajo consigo luz, formas de producción y de transporte, y la creación de empresas dominantes.³ Desde sus inicios el sector eléctrico y energético en general se concibió, pues, como un ámbito estratégico para el desarrollo nacional; además de una industria, era un espacio para la articulación de intereses y conflictos. Los esfuerzos continuos de regulación, la organización de sindicatos, las primeras huelgas, y las reacciones que provocaron (especialmente de las empresas eléctricas y petroleras) en esas décadas, empezaron a configurar una arena de lucha económica, política y simbólica, que sigue en disputa hasta nuestros días.

¹ Frank Bohn, “The Electric Age: A New Utopia”, *The New York Times*, 2 de octubre de 1927, cit. por Daniel French, *When They Hid the Fire: A History of Electricity and Invisible Energy in America*, Pittsburgh, University Press, 2017, p. 3.

² Enrique de la Garza Toledo *et al.*, *Historia de la Industria Eléctrica en México*, México, Universidad Autónoma Metropolitana, 1994, pp. 17-19.

³ *Ibid.*, pp. 23-48.

En la década de los años treinta, los conflictos políticos y económicos en el sector energético se intensificaron hasta culminar con la reorganización de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) en 1937, pero sobre todo, la expropiación petrolera en 1938, que marca el inicio de la reconfiguración política e institucional en México. La carga simbólica de la expropiación como emblema de integridad, soberanía e identidad nacional, así como la importancia económica y financiera de los combustibles fósiles para el Estado mexicano, hicieron del arreglo institucional del sector energético un elemento central —pero intocable— del proceso de construcción del Estado. No fue hasta 2013 que la coyuntura política e histórica del país en un contexto mundial permitió esbozar de manera creíble una transformación del sector energético. Después de las elecciones de 2012, el PRI fue capaz de construir una coalición política amplia (pero frágil) para impulsar un conjunto de reformas constitucionales. En un discurso pronunciado durante la Conmemoración del 75 Aniversario de la Expropiación Petrolera, Enrique Peña Nieto dijo:

El 18 de marzo de 1938, el Presidente Lázaro Cárdenas con valentía y apego a nuestra ley, anunció esta decisión para transformar a México. Fue un acontecimiento que cambió el rumbo del país y aceleró su desarrollo. Al reafirmar la soberanía sobre los recursos naturales, el pueblo de México pudo disfrutar los beneficios de su riqueza petrolera. Desde entonces y hasta nuestros días, el petróleo es símbolo de progreso e identidad nacional [...].

Así como en los tiempos del Presidente Cárdenas se enfrentaron importantes desafíos para recuperar nuestros hidrocarburos, hoy, el sector energético, en su conjunto, enfrenta nuevos retos que deben atenderse con la misma audacia y la misma determinación. De continuar las tendencias actuales de producción y consumo, para el año 2020, México podría convertirse en un país estructuralmente deficitario en energía.⁴

De esta manera, se anunciaba una de las principales propuestas de cambio constitucional: la Reforma Energética, promulgada el 20 de diciembre de 2013.⁵ Como se puede apreciar en el

⁴ Enrique Peña Nieto, “Discurso pronunciado en la Conmemoración del 75 Aniversario de la Expropiación Petrolera”, Tula, Hidalgo, 18 de marzo de 2013.

⁵ Esta tesis se concentra en sólo una de las dos partes de la Reforma Energética. Se dejan de lado los cambios relacionados con la exploración y extracción de hidrocarburos en territorio nacional y me centro en las transformaciones del sector eléctrico y, en específico, en la generación de electricidad.

discurso citado, desde el principio se concibió como una *ruptura*: un esfuerzo multidimensional por romper las inercias históricas e institucionales que hacían de ese ámbito un espacio intocable, para obtener beneficios ambientales, económicos y laborales. Se pusieron metas de generación de energía “limpia”, se prometieron mayores niveles de crecimiento, menores tarifas de gasolina y electricidad, un incremento significativo de inversión y se aseguró la creación de nuevos empleos. Las posibilidades políticas que surgieron a partir de la coalición del Pacto por México y el empuje internacional por políticas de apertura económica, así como de transición energética como forma de combate al cambio climático abrieron, pues, una ventana de oportunidad⁶ para la implementación de dos propuestas de política que estaban presentes desde los primeros años del siglo XXI: la introducción de participación privada a las actividades de exploración y extracción de hidrocarburos y la Reforma Eléctrica,⁷ la cual me interesa particularmente.

Entre los cambios principales que se plantearon en la Reforma Energética en materia de electricidad destacan el rompimiento del esquema monopólico de la CFE en generación de energía eléctrica, la creación de un mercado de electricidad en el que los particulares pueden vender y comprar electricidad y la introducción de mecanismos específicos para promover la generación de electricidad a partir de fuentes renovables de energía (establecidas como “fuentes limpias” en la legislación), los cuales son el objeto de investigación de esta tesis.

El diseño e implementación de esos mecanismos depende de una serie de procesos complejos de elaboración de política; sus resultados o efectos están inmersos en un entramado institucional que configura los límites y alcances de las intervenciones públicas. En el caso de México, se han observado obstáculos y limitaciones en la participación de las energías renovables

⁶ Véase John Kingdon, *Agendas, Alternatives and Public Policies*, Nueva York, Haddison-Wesley, 1995, pp. 165-208.

⁷ Véase, por ejemplo, Luis F. López Calva y Juan Rosellón, *On the Potencial Distributive Impact of Electricity Reform in Mexico*, México, El Colegio de México-Centro de Estudios Económicos (documentos de trabajo), 2002.

en el sistema eléctrico nacional (que ha sido baja históricamente). No obstante, no hay estudios sistemáticos que identifiquen qué tipo de mecanismos se han implementado, la configuración histórica del entramado institucional donde operan, y las barreras que enfrentan para tener un papel significativo en la matriz energética del país. La contribución de este trabajo reside en la elaboración de un diagnóstico de política pública, situado históricamente, que identifica las diferentes barreras presentes en los procesos de diseño e implementación de los mecanismos planteados en la Reforma Eléctrica de 2013 para promover la generación de electricidad a partir de energías renovables en el país.

La hipótesis que subyace en el argumento que ofrezco en este trabajo es que la configuración histórica del entramado institucional energético en México —centrado en el uso de hidrocarburos— propició la creación de un conjunto de retornos crecientes (barreras de distintos tipos), que impiden sistemáticamente el cambio institucional, refuerzan los equilibrios organizacionales y bloquean la entrada de nuevas fuentes de energía en la matriz energética del país, particularmente las fuentes renovables.

La conformación del entramado institucional que se busca —y necesita— romper y los mecanismos que se diseñaron para lograrlo son, pues, los objetos de esta investigación, la cual busca arrojar luz sobre los principales problemas que se tienen para introducir fuentes de energía renovable en el sector eléctrico mexicano en un contexto históricamente dominado por el uso de fuentes fósiles.

Esta investigación parte de que impulsar la transición energética hacia fuentes de energía renovable es deseable, necesario e impostergable para asegurar la conservación de la autonomía del Estado mexicano en el largo plazo. Como se muestra en la justificación de investigación en el capítulo 1, actualmente las transiciones energéticas son un ámbito de política fundamental para asegurar el desarrollo y la autonomía de los Estados: por un lado, la amenaza global del cambio climático ejerce presión política para tomar acciones y desplazarse a esquemas de generación de

energía menos contaminantes; por otro, es un proceso necesario para alcanzar la seguridad energética que, por la disponibilidad limitada de hidrocarburos y la inestabilidad de los mercados globales, se ha vuelto un objetivo de política para muchos países.

En los siguientes capítulos analizo, por un lado, el proceso histórico que explica el origen y las características del arreglo institucional que refuerza el uso de combustibles fósiles en el sector eléctrico mexicano y bloquean la entrada de fuentes alternativas; por otro, ofrezco un análisis detallado de los instrumentos de política que, en el marco de la Reforma Energética, se diseñaron e implementaron para romper ese arreglo institucional y promover la participación de energías renovables en la generación eléctrica en el país. Además, identifiqué las diferentes barreras que produce el arreglo institucional —que incluso propicia la simulación— y que enfrentan los actores dentro del sector.

Por lo tanto, esta tesis se divide en dos partes generales: 1) una narrativa de la configuración histórica del arreglo institucional en el sector energético y 2) un análisis de los instrumentos de política diseñados para romper con esa configuración.

La primera parte de esta investigación (capítulo 3) explora las implicaciones y efectos no esperados del conjunto de decisiones tomadas durante el período de la reconfiguración del sector energético (de los años treinta en adelante), con el objetivo de elaborar una narrativa histórica que explique y sitúe la configuración institucional actual del sector energético mexicano centrado en el uso de hidrocarburos como fuente principal de energía. Con base en las aportaciones teóricas del neoinstitucionalismo histórico —esbozadas en el capítulo 2—, ofrezco un recuento centrado en las dimensiones políticas, económicas e institucionales de la transformación del sector, partiendo del supuesto de que las decisiones pasadas constriñen el margen de maniobra para acciones futuras; un fenómeno conocido como “dependencia de camino”. Es decir, durante los procesos tempranos de toma de decisiones para construir un entramado institucional en el sector energético, se tuvo cierta flexibilidad para decidir la asignación de recursos y atribuciones

para su desarrollo. Sin embargo, una vez que se consolidó el arreglo institucional y se socializaron prácticas y usos de nuevas tecnologías, esa flexibilidad se redujo de manera gradual: se constriñeron las posibilidades de decisión hasta llegar a un “encierro de carbono” (*carbon lock-in*).

En ese tercer capítulo, analizo la configuración del encierro de carbono en México en tres dimensiones: institucional, económica y simbólica, y, al final, describo en qué consistió la Reforma Eléctrica de 2013. En el ámbito institucional, hago un recuento del conjunto de leyes, reglamentos, organizaciones y estructuras políticas —todos englobados en una definición amplia de instituciones— que se crearon a partir de la intervención directa del Estado en la dirección de la política energética en México. Como se señala en la literatura del neoinstitucionalismo histórico, esas instituciones (entendidas como reglas) son reflejo de relaciones de poder preexistentes, que influyen el comportamiento de los actores dentro de los entramados institucionales.

En el ámbito económico, analizo cómo un conjunto de decisiones políticas sobre una fuente de energía específica (en este caso, fuentes fósiles) se traducen en “costos hundidos”, los cuales crean incentivos para que se maximice y perpetúe su utilización, además de que los usuarios invierten recursos en tecnologías secundarias de acuerdo con la fuente de energía dominante (transporte, aparatos domésticos, comodidades digitales), reduciendo cada vez más la posibilidad de introducir fuentes alternativas. En este trabajo, el análisis de la dimensión económica se concentra en la “petrolización” de las finanzas públicas; es decir, en cómo esta lógica de maximizar y perpetuar el uso de una fuente de energía se tradujo en instituciones y estructuras financieras que se convirtieron en barreras para la participación de fuentes alternativas de energía. Como muestro en el apartado correspondiente, en México (como en otros países petroleros como Nigeria o Venezuela)⁸ la explotación de combustibles fósiles

⁸ Véase Terry Karl, *The Paradox of the Plenty: Oil Booms and Petro-States*, Berkeley, University of California Press, 1997.

configuró los procesos de construcción y crecimiento económico del Estado hasta convertirse en el eje de su política fiscal —y una condición necesaria para su supervivencia.

En el ámbito simbólico, ofrezco un recuento breve de la construcción histórica del sector energético como un espacio de guerra simbólica, en el que se entrelazan ideas de soberanía, Nación, seguridad, conquistas laborales, sindicalismo, progreso y justicia. Además, se disputa el legado histórico de la Revolución: la lucha por la apropiación simbólica de Lázaro Cárdenas durante las discusiones sobre la Reforma Energética de 2013 es una muestra clara de la importancia de la dimensión simbólica de los hidrocarburos como pilar de la identidad nacional. Finalmente, dedico el final del capítulo 3 para describir los principales cambios planteados a partir de la Reforma Energética en materia de electricidad. Describo la ruptura del esquema monopólico de la CFE en generación de energía eléctrica y la creación de un Mercado Eléctrico Mayorista (MEM), así como las implicaciones de esta apertura en la participación de las energías renovables en el sistema eléctrico nacional (SEN). En esta sección busco dotar al lector de todos aquellos detalles necesarios para entender el funcionamiento concreto del sector eléctrico en México y el papel legal de las energías renovables previo y post a la reforma constitucional.

Así, en la segunda parte de este trabajo (capítulo 4), hago un análisis de los instrumentos de política diseñados como parte de la Reforma Eléctrica (es decir, sólo una parte de la Reforma Energética) para romper con el arreglo institucional centrado en fuentes fósiles de energía y aumentar la participación de fuentes renovables en la generación de electricidad. En relación con la primera parte, sugiero que este conjunto de instrumentos de política está siendo poco eficaz porque no se consideraron los retornos crecientes (entendidos como mecanismos de retroalimentación contruidos históricamente) que fomentan la conservación del arreglo institucional. En pocas palabras, se diseñaron mecanismos “tímidos” de mercado que, con el objetivo de no distorsionar el mercado eléctrico, reducen la intervención estatal a mecanismos poco eficientes. Al no integrar los retornos crecientes inherentes al entramado institucional

eléctrico, los instrumentos enfrentan una serie de barreras para su implementación, las cuales se exploran a detalle en el capítulo 4. Las barreras se clasificaron en las siguientes categorías: 1) políticas y de planeación estratégica, 2) económicas y financieras, 3) legislativas, 4) fiscales, 5) tecnológicas, 6) administrativas, 7) sociales/culturales.⁹

Cabe destacar que, para la elaboración de esta parte, se partió de una perspectiva particular de análisis de políticas públicas. Es decir, el diseño y la implementación de las políticas se conciben como procesos complejos, en los que distintos grupos y actores con intereses divergentes (partidos, burocracia, organizaciones civiles, grupos de presión) participan, contribuyen y se disputan el control de las etapas de cada proceso. Desde la definición del problema público hasta el repertorio de soluciones viables se definen en función de la construcción social de la realidad, el conocimiento legítimo sobre los problemas sociales, y el entorno político en el que se diseña e implementa la política. En ese sentido, se puede decir que, en general, hay dos tipos de estudios de políticas públicas: estudios *de* la política (analizar su origen, desarrollo, contenido y efectos) y estudios *para* la política (analizar las variables, mecanismos y relaciones causales que determinan su efectividad).¹⁰ En esta tesis, hago un análisis *de* los instrumentos de política en el sector eléctrico, para identificar las principales deficiencias de diseño y las barreras que enfrentan en su implementación.

En resumen, la narrativa histórica de la configuración institucional del encierre de carbono muestra la complejidad del sector. Como muestro en los capítulos 3 y 4, los retornos crecientes —que reflejan intereses políticos y económicos de distintos actores— refuerzan la utilización de combustibles fósiles, al mismo tiempo que imponen barreras a la participación de energías renovables. La existencia de organizaciones dedicadas a (o que dependen de) la explotación de combustibles fósiles —Pemex, STPRM, la CFE, IMP, CNH—, las cuales buscan

⁹ La definición de cada tipo de barrera se encuentra en *infra*, pp. 51 y 52.

¹⁰ Michael Hill, “Studying the Policy Process”, en su libro *The Policy Process in the Modern State*, Londres, Prentice Hall, 1997, pp. 1-27.

maximizar sus presupuestos y conservar su influencia y la importancia económica de las exportaciones de combustibles, así como las ideas y prácticas que permean en la construcción de la política energética, se traducen en costos y barreras que los instrumentos de la Reforma Energética en materia de electricidad no están atendiendo.

En el capítulo 4 analizo cada uno de los instrumentos de política diseñados para propiciar la transición energética en un entramado de encierre de carbono e identifiqué qué tipo de barrera representan. Primero, me encargó de los efectos de algunos cambios legales de la reforma, los cuales sugieren que hay ejercicios subyacentes de simulación política; es decir, se establecieron las metas de generación de electricidad a partir de fuentes “limpias”, pero por cuestiones legales se pueden seguir utilizando tecnologías de generación cuya “limpieza” es cuestionable. La definición amplia de energías “limpias” en la *Ley de la Industria Eléctrica* (que es parte de la legislación secundaria de la Reforma Energética) incluye tecnologías de generación —como la cogeneración— que fomentan la cadena de valor de los hidrocarburos y fuentes agresivas para los ecosistemas como la nuclear y grandes hidroeléctricas, lo que permite que se cumplan formalmente las metas de generación, sin que se resuelvan los problemas de fondo (como las emisiones de carbono o la falta de incentivos para la participación de energías verdaderamente renovables).

Segundo, analizo los Certificados de Energía Limpia (CEL) como mecanismo de mercado incorporado en la Reforma Eléctrica para incentivar la participación de fuentes de energías renovable en el SEN. En ese apartado, señalo que, por condiciones inherentes a su diseño (falta de diferenciación tecnológica, obligación demasiado baja, etc.), no son un instrumento efectivo; además, al ser el único instrumento pensado como intervención pública para promover el uso de energías “limpias” (se eliminaron los incentivos que incluía el esquema pre-Reforma), su poca efectividad deteriora la capacidad de alcanzar los objetivos de política ambiental y energética al no permitir la entrada de otros instrumentos de promoción.

Tercero, las metas aspiracionales de participación de energías “limpias” en el SEN, así como la obligación (que se define cada año) de adquisición de CEL no son óptimas en términos de reducción de emisiones e integración de energías “limpias” al sistema. A pesar de que actualmente hay múltiples metodologías eficientes para optimizar cuantitativamente los niveles deseables de penetración de energías renovables en los sistemas eléctricos, las metas de participación de energías “limpias” fueron una decisión arbitraria, imposible de rastrear, cuyas cifras son irrelevantes para la reducción de emisiones. Respecto a las obligaciones en materia de energías limpias que se cumplen mediante la adquisición de CEL, señalo que fueron (por lo menos en los primeros años) poco ambiciosas debido a que, al definir las, prevaleció un criterio de “mercado”; es decir, no se quiso “estresar” a los participantes del MEM y se incluyó en el diseño un mecanismo de flexibilidad, que permite diferir las obligaciones de liquidación hasta 50% por cada periodo de obligación, lo cual reduce (entre otros factores que se analizan) la demanda por este instrumento y con ello su precio y la rentabilidad de los proyectos de generación “limpia” que requieren el incentivo económico.

Cuarto, analizo los objetivos plasmados en la Estrategia Nacional de Energía (ENE) publicada en 2014, los cuales presentan incongruencias importantes entre sí, que podrían traducirse en barreras para su implementación. Por un lado, México busca convertirse en un referente internacional en generación de electricidad “limpia” y, por el otro, se pretende aumentar el potencial de México para producir hidrocarburos, así como expandir y mejorar la infraestructura relacionada con su uso y transporte. A pesar de que el gobierno justifica esta falta de coherencia interna en la política energética del país a partir del discurso de “energías de transición”, en este apartado cuestiono este planteamiento: los costos hundidos asociados a la expansión de infraestructura para las “energías de transición” como el gas natural se traducen en barreras económicas para la participación de energías renovables, pues se crea un esquema de incentivos para seguir construyendo infraestructura y utilizarla.

Quinto, analizo las condiciones de competencia económica entre las energías “limpias” y las fuentes fósiles de energía en el MEM, las cuales sugieren que las diferentes tecnologías de generación no compiten en igualdad de circunstancias. Por un lado, el diseño del esquema mediante el cual se comercializa la Potencia en el mercado (capacidad firme de generación) excluye —a pesar de la presencia de alternativas— a las energías “limpias” más competitivas (solar y eólica) de recibir beneficios económicos debido a su intermitencia. Por otro, no se toman en cuenta en el mercado los costos asociados a las externalidades ambientales de los combustibles fósiles (sobre todo el gas natural), ni los problemas económicos relacionados con la volatilidad de sus precios, mientras que las energías “limpias” siguen siendo percibidas como “costosas” a pesar de ser fuentes económicamente estables y de bajo riesgo para la seguridad energética.

Sexto, si bien hay intervenciones públicas que, por no etiquetarse explícitamente como incentivos, no se consideran instrumentos directos de política, en ese apartado analizo la composición de la administración federal del sector energético y argumento que el entramado institucional sigue favoreciendo la producción de energía a partir de hidrocarburos mediante la reproducción de instituciones enfocadas a su desarrollo, así como la creación de instrumentos de planeación indicativos que dictan, desde el Estado, su impulso. En ese apartado, también muestro el papel marginal que tienen las energías renovables y “limpias” en la administración, así como en los mecanismos de política energética nacional y las inversiones de la Empresa Productiva del Estado. En un escenario donde 80% de la energía eléctrica se genera por un solo participante (la CFE), la indiferencia de esta empresa hacia las energías renovables tiene un efecto directo en su participación en la matriz energética.

En conclusión, en esta tesis muestro cómo la construcción histórica del entramado institucional mexicano del sector energético creó un conjunto de instituciones que, al funcionar como retornos crecientes y traducirse en barreras, bloquean los esfuerzos recientes por aumentar

la participación de energías renovables en el sector eléctrico: un encierre de carbono. En un análisis detallado de los instrumentos diseñados en el marco de la Reforma Eléctrica, estudio cómo operan los retornos crecientes identificados y sus efectos (frecuentemente adversos) en el cumplimiento de los objetivos de política pública. Con base en el análisis de los mecanismos elaborados para promover la participación de energías renovables en el sector eléctrico, concluyo que el entramado institucional centrado en el uso de hidrocarburos sí tiene efectos negativos sobre el diseño y la implementación de la Reforma Eléctrica. Aunque son instrumentos pensados específicamente para aumentar la participación de energías renovables, siguen operando dentro de la lógica institucional más amplia del sector energético en el que la mayoría de los elementos (organizaciones, marcos normativos, incentivos fiscales) refuerzan, y dependen de, el uso de hidrocarburos. La implementación exitosa de una transición energética efectiva e integral supone una reestructuración del sector eléctrico que contemple las ventajas probadas del uso de energías renovables, el potencial renovable del país y, sobre todo, las barreras institucionales para alcanzarla. Este diagnóstico busca contribuir a esa transformación.

JUSTIFICACIÓN DE INVESTIGACIÓN

LAS ENERGÍAS RENOVABLES Y SUS VENTAJAS

Las energías renovables pueden clasificarse en tres grupos principales: planetarias, geotérmicas y solares.¹¹ La energía de origen planetario proviene de las fuerzas gravitacionales de la tierra, específicamente aquellas que ejerce la luna sobre el mar. A través de grandes turbinas, las plantas mareomotrices aprovechan la energía que se genera con los cambios de marea. Sin embargo, por sus costos y especificaciones tecnológicas son pocas las plantas a nivel mundial que utilizan este tipo de energía.¹² Por otra parte, se encuentra la energía geotérmica que, como su nombre indica, proviene del calor interno de la tierra. Debido a la enorme diferencia de temperaturas entre el núcleo (hasta 4,600°C) y la corteza terrestre, grandes cantidades de calor fluyen constantemente del interior a la superficie de la tierra, que pueden ser utilizadas para evaporar cuerpos de agua u otros fluidos. El mecanismo para obtener este tipo de energía consiste en perforaciones profundas, por lo que se suelen poner plantas en lugares con anomalías geotérmicas; es decir, lugares con características especiales como el cinturón de fuego del pacífico, donde varias placas tectónicas se encuentran y están en constante fricción.

Finalmente, se encuentran las energías solares, que se pueden dividir en dos subcategorías de acuerdo con la forma en la que se utiliza la energía proveniente del sol: directas e indirectas. Las energías solares directas se refieren a aquellas en las que la tecnología utiliza directamente la insolación —la energía en forma de radiación solar que llega a un punto determinado— para producir energía eléctrica (ej. energía solar fotovoltaica que se aprovecha a partir de paneles

¹¹ Volker Quaschnig, *Understanding Renewable Energy Systems*, Londres, Earthscan, 2005, pp. 22-25.

¹² Actualmente hay alrededor de 10 plantas mareomotrices en el mundo, las cuales se encuentran en Francia, China, Rusia, Corea del Sur, Inglaterra y Canadá (Andreas Uihlein y Davide Magagna, “Wave and Tidal Current Energy. A Review of the Current State of Research Beyond Technology”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 58 (2016), p. 1077.

solares). Por su parte, se conocen como energías solares indirectas a aquellas que son resultado de un proceso de conversión natural, que tiene como origen la radiación solar, como es el caso de la energía eólica, el crecimiento de las plantas (biomasa y biocombustibles) y el agua corriente (energía hídrica de pequeña escala).¹³ De todas las formas de energía, la energía solar fotovoltaica es, por mucho, la más abundante en el mundo. De hecho, “si lográramos aprovechar una de cada 10,000 unidades de insolación se cumplirían todas las demandas energéticas de la humanidad”.¹⁴

Ahora bien, para que cada una de estas fuentes de energía pueda ser considerada como renovable, debe cumplir con cuatro características (o ventajas) principales. En primer lugar, las energías renovables se generan por procesos naturales —el humano no interviene durante su proceso de formación. En segundo lugar, las fuentes renovables son inagotables. Si bien no son infinitas en el sentido estricto de la palabra, las fuentes de energía renovable son ilimitadas en la medida que son capaces de reponerse a un ritmo igual, o superior, al que son consumidas.¹⁵ En tercer lugar, las energías renovables se encuentran en flujos constantes y, en general, “no requieren de interacción humana directa para comenzar el suministro inicial del recurso”.¹⁶ A diferencia de la energía nuclear, que se genera a partir de reacciones nucleares deliberadas, o las energías fósiles convencionales, que se encuentran en yacimientos estáticos, finitos y profundos, las energías renovables están listas para usarse sin necesidad de una intervención específica (con excepción de la energía geotérmica). Finalmente, las energías renovables son amigables con el medio ambiente,

¹³ Las grandes hidroeléctricas (generación de más de 30 MWh) no son consideradas renovables debido a 1) el gran impacto ambiental que tienen en los ecosistemas acuáticos con los que tienen contacto (alteran los hábitats y contaminan los mantos acuíferos), y 2) los daños geológicos que representan, pues interrumpen los flujos constantes de sedimentos a gran escala (Patrick McCully, *Silenced Rivers: The Ecology and Politics of Large Dams*, Londres, Zed Books, 2001).

¹⁴ V. Quaschnig, *op. cit.*, p. 23.

¹⁵ Bent Sørensen, *Renewable Energy*, Burlington, Academic Press, 2000, p. 3.

¹⁶ John Twidell y T. Weir, *Renewable Energy Resources*, Nueva York, Taylor and Francis, 1986, p. 3.

pues 1) prácticamente no emiten gases de efecto invernadero a la atmósfera;¹⁷ 2) sus residuos son fáciles de eliminar y no requieren ser custodiados durante millones de años como es el caso de los residuos nucleares; y 3) su uso no se traduce en impactos irreversibles a los ecosistemas.

SEGURIDAD ENERGÉTICA Y CAMBIO CLIMÁTICO: POR QUÉ SE NECESITAN ENERGÍAS RENOVABLES

Tomando en cuenta las virtudes que poseen las energías renovables, hay varias razones por las cuales valdría la pena impulsar una transición energética en la que el uso de energías renovables tenga mayor protagonismo. Dejando de lado los argumentos morales —tales como justicia intergeneracional—,¹⁸ hay dos argumentos principales que justifican la necesidad de promover ese cambio en México y el mundo: el problema ambiental y la cuestión de seguridad energética.

El problema ambiental, conocido como calentamiento global o, de manera más general, cambio climático, se refiere a las consecuencias del aumento de la temperatura promedio global sobre los ecosistemas en la tierra. A pesar de ser uno de los temas más controvertidos de nuestros tiempos, en las últimas décadas la evidencia de que las actividades humanas alteraron el clima global aumentó dramáticamente, por lo que el compromiso global para reducir los riesgos asociados

¹⁷ De acuerdo con el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), las energías renovables suelen emitir un promedio de entre 4 a 46 gramos equivalentes de CO₂ por cada kilowatt-hora generado, mientras que los combustibles fósiles emiten un promedio de entre 69 a 1,001 gramos (IPCC, *Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge, Cambridge University Press, 2012, p. 18. Disponible en <https://goo.gl/3Qod26>, consultado el 10 de marzo 2017).

¹⁸ El concepto de justicia intergeneracional en cambio climático se refiere al hecho de que los costos asociados al deterioro ambiental no van a ser compartidos equitativamente entre las personas, comunidades y naciones debido, sobre todo, a la temporalidad de los efectos del cambio climático. Las investigaciones de justicia intergeneracional analizan la distribución de beneficios y costos entre las generaciones presentes y las futuras y, en ese sentido, promueven la inversión actual en mecanismos que reviertan el calentamiento global, como energías alternativas o políticas públicas de control de emisiones con el argumento de que “las generaciones futuras merecen un planeta limpio”. Al respecto del concepto, véase Edward Page, “Intergenerational Justice and Climate Change”, *Political Studies*, 47 (1999), pp. 53-66.

con el calentamiento global es prevenir que la temperatura mundial aumente por encima de los 2°C respecto a niveles preindustriales.

Los modelos climáticos indican que, para alcanzar este objetivo, se necesitan limitar, sobre todo, las concentraciones de dióxido de carbono¹⁹ y otros gases de efecto invernadero en la atmósfera,²⁰ lo que implica reducciones substanciales en la cantidad de emisiones (40 a 70%) por uso de combustibles fósiles,²¹ que provienen, en su mayoría, de la quema de carbón, petróleo y gas en los sectores eléctrico,²² industrial y de transporte a nivel mundial.²³ En números, de acuerdo con la Agencia Internacional de Energía (IEA por sus siglas en inglés), en 2014 las emisiones globales llegaron a 52.7 billones de toneladas de CO₂, de las cuales la quema de petróleo representó 34%, el gas natural 19% y el carbón 45%, siendo este último el combustible fósil más contaminante con un factor de emisión de entre 25 y 29 kg/TJ.²⁴ Alcanzar la meta global de 2°C significa, pues, no utilizar 80% de las reservas conocidas de carbón, 30% de las reservas de petróleo y 50% de las reservas de gas natural,²⁵ un objetivo imposible de conseguir sin tomar en cuenta fuentes alternativas de energía.

El segundo argumento para impulsar una transición hacia energías renovables es la seguridad energética mundial. Entendida en esta tesis como “la disponibilidad continua de

¹⁹ A pesar de que no es el único gas de efecto invernadero, las emisiones de CO₂ representan la mayor parte de las emisiones mundiales: cerca de 60% (Ken Caldeira, *et al.*, “Climate Sensitivity Uncertainty and the Need for Energy Without CO₂ Emission”, *Science*, 299 [2003], p. 2052).

²⁰ Los gases cuya presencia contribuyen al efecto invernadero, de mayor a menor importancia, según el protocolo de Kioto, son: dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y hexafluoruro de azufre. Sobre las características y los efectos de los GEI véase Sebastian Oberthür y Hermann E. Ott, *The Kyoto Protocol. International Climate Policy for the 21st Century*, Berlín, Springer, 1999, p. 7.

²¹ Johan Kranz, *et al.*, “Smart Energy: Where Do We Stand and Where Should We Go?”, *Electronic Markets*, 25 (2015), p. 7.

²² Del total de emisiones globales de CO₂, 42% le corresponde al sector eléctrico, que incluye generación de corriente eléctrica y calor (*CO₂ Emissions from Fuel Combustion. Highlights*, París, International Energy Agency, 2016, p. 12).

²³ El sector energético emite dos terceras partes de los gases de efecto invernadero a nivel mundial y, específicamente 80% de las emisiones totales de CO₂ (*Ibid.*, 3).

²⁴ *Ibid.*, p. 11.

²⁵ Christophe McGlade y Paul Ekins, “The Geographical Distribution of Fossil Fuels Unused When Limiting Global Warming to 2° C”, *Nature*, 517 (2015), p. 190.

fuentes energéticas a precios asequibles”,²⁶ la seguridad energética tiene tres dimensiones principales que interactúan entre sí: la dimensión económica (asequibilidad), la dimensión geológica (disponibilidad) y la dimensión geopolítica (accesibilidad).²⁷ En pocas palabras, la dimensión económica se refiere al suministro de recursos energéticos a precios asequibles. La dimensión geológica se refiere a la disponibilidad continua y suficiente de los recursos energéticos y, finalmente, la dimensión geopolítica se refiere a la accesibilidad garantizada que tiene cada país o región a dichos recursos energéticos, lo que incluye el acceso a intercambios comerciales internacionales de hidrocarburos.

Respecto a las dimensiones geológica y económica (que al ser una consecuencia de la otra están entrelazadas), de acuerdo con la IEA, en 2014, el petróleo, gas natural y carbón representaron 81.1% de la oferta total de energía primaria en el mundo y 66.7% de la generación de energía eléctrica global.²⁸ Siguiendo la tendencia actual, con un crecimiento anual de aproximadamente 1.9% para el gas natural, 0.6% para el carbón y 1% para el petróleo, se espera que para 2040 aporten 78% del consumo mundial de energía.²⁹ Sin embargo, debido a que los combustibles fósiles son un recurso finito, llegará un momento en que la disminución de su disponibilidad (oferta) —en ausencia de sustitutos— producirá que los precios aumenten constantemente.³⁰

²⁶ Jessica Jewel, *The IEA Model of Short-term Energy Security (MOSES). Primary Energy Sources and Secondary Fuels*, París, International Energy Agency, 2011, p. 7.

²⁷ Bert Kruyt *et al.*, “Indicators for Energy Security”, *Energy Policy*, 37 (2009), p. 2167.

²⁸ *Key World Energy Statistics*, París, IEA, 2016, p. 7.

²⁹ *International Energy Outlook 2016*, París, IEA, 2016 p. 2.

³⁰ Steve Sorrell, *et al.*, “Shaping the Global Oil Peak: A Review of the Evidence on Field Sizes, Reserve Growth, Decline Rates and Depletion Rates”, *Energy*, 37 (2012), p. 709.

Para saber cuándo comenzará esa disminución de producción a nivel mundial, se han diseñado modelos estadísticos (basados en la famosa “curva de Hubbert”)³¹ para estimar el pico de producción.³² El resultado promedio es que, a partir de 2020, las tasas de extracción global de petróleo (y gas asociado) comenzarán a disminuir.³³ Como cualquier “bien normal”, a menor oferta se espera que aumente el precio. Además de menor disponibilidad natural de los recursos fósiles, cada vez será más costoso obtenerlos: al estar en ubicaciones más complicadas, es más caro explorar y extraer.³⁴ La lógica es la siguiente: las cuencas sedimentarias más accesibles (y de mayor tamaño) ya se han explotado de forma intensiva, por lo que, aunque se lleguen a encontrar nuevos yacimientos que reviertan momentáneamente las curvas de producción, es probable que éstos sean de menor tamaño, en áreas más remotas o profundas y, por lo tanto, mucho más difíciles y costosos de explorar.³⁵ Para el caso del gas natural y el carbón la predicción es la misma, aunque se estiman picos de producción más alejados —2030 y 2040 respectivamente—³⁶ y, de acuerdo con las proyecciones del Banco Mundial, aumentos de precio

³¹ M. King Hubbert dedicó su vida profesional a encontrar la forma de predecir los picos de producción petrolera a nivel mundial. En 1950, predijo que las tasas de producción petrolera en Estados Unidos comenzarían a declinar entre 1966 y 1971, lo que dio lugar a la llamada “curva de Hubbert”. Esta teoría afirma que, tomando en cuenta la demanda y la posibilidad de encontrar futuros yacimientos, para cualquier área geográfica, la curva de producción petrolera tiene forma de campana. Es decir, a partir de un momento determinado la curva de explotación llega a un pico y después declina tan rápido como creció (Seppo A. Korpela, “Prediction of World Peak Oil Production”, en Sheila Newman, *Final Energy Crisis*, Londres, Pluto Press, 2008, p. 28).

³² Véase Steve Sorrell, *et al.*, “Global Oil Depletion: A Review of the Evidence”, *Energy Policy*, 38 (2010), pp. 5290-5295.

³³ Véase *Oil 2017*, París, IEA, 2017. Disponible en goo.gl/A9KpBN, consultado el 10 de abril 2017.

³⁴ La idea general de que habrá un pico de producción ya es ampliamente aceptada. De hecho, como muestran Pedro de Almeida y Pedro D. Silva, a pesar de que los grandes capitales de petróleo no han aceptado públicamente esta idea, sus decisiones financieras demuestran lo contrario. Sus contratos a largo plazo tienen rangos de precios mucho más altos mostrando que están conscientes de los futuros problemas del mercado (“The Peak of Oil Production. Timings and Market Recognition”, *Energy Policy*, 37(2009), p. 1274).

³⁵ Aviel Verbruggen y Mohamed Al Marchoni, “Views on Peak Oil and Its Relation to Climate Change Policy”, *Energy Policy*, 38(2010), p. 5576.

³⁶ Gaetano Maggio y G. Cacciola, “When Will Oil, Natural Gas, and Coal Peak?”, *Fuel*, 98(2012), p. 121.

más lentos, pero sostenidos en el largo plazo.³⁷ Cabe destacar que, en el caso del gas natural, algunos políticos comparten la teoría de que, con la propagación de la fracturación hidráulica o *fracking* como práctica de extracción de gas y petróleo no convencional,³⁸ puede que el pico de producción se aleje aún más. Sin embargo, de acuerdo con David Hughes, experto en curvas de producción de hidrocarburos, ese razonamiento es erróneo: si bien la extracción por fracturación hidráulica tiene tasas de producción exponenciales en los primeros meses de extracción, para finales del primer año, éstas normalmente declinan 70%, para el segundo 40% y, para el tercero 30%.³⁹ Lo que hace a estos proyectos poco confiables en términos de seguridad energética: no van a revertir la disminución de las tasas de producción de hidrocarburos, ni el aumento de sus precios en el largo plazo.

La reducción de capacidad de producción de hidrocarburos y el aumento en su estructura de costos no son los únicos factores que explican el aumento inminente de precios: también va a aumentar la demanda. Se estima que, para 2040, la demanda total de energía a nivel mundial crezca alrededor de 50%. De igual manera, se espera un crecimiento de 69% en consumo y generación total de electricidad,⁴⁰ del cual aproximadamente 70% corresponde a las demandas energéticas de países en vías de desarrollo. El corolario: en el futuro se tendrá que producir más energía a mayores precios, a menos de que se diversifiquen las fuentes.

La tercera y última dimensión, la dimensión geopolítica, se refiere a la configuración de los mercados energéticos y el panorama político global, y es posiblemente la “dimensión más

³⁷ *World Bank Commodities Price Forecast (nominal US dollars)*, Washington D.C., World Bank, disponible en goo.gl/F42GVp, consultado el 15 de abril 2017.

³⁸ El *fracking* o fracturación hidráulica es una técnica de extracción de hidrocarburos, que consiste en inyectar agua mezclada con químicos para obtener los hidrocarburos que se encuentran atrapados en las fisuras de ciertas rocas sedimentarias estratificadas también conocidos como recursos lutíferos o shale. Es una técnica relativamente nueva que empezó a proliferar en Estados Unidos apenas hace una década.

³⁹ Véase David Hughes, *Drill, Baby, Drill: Can Unconventional Fuels Usher in a New Era of Energy Abundance?*, California, Post Carbon Institute, 2013. Disponible en <https://goo.gl/H9JWM5>, consultado el 15 de abril 2018.

⁴⁰ *International Energy Outlook 2016, op. cit.*, pp. 1-4.

polémica y la que suele preocupar en mayor medida a los gobiernos y demás agentes energéticos”.⁴¹ Para hacer un diagnóstico acertado de esta dimensión, es necesario aludir a las principales corrientes teóricas de los estudios de relaciones internacionales, ya que las estrategias y políticas que adoptan los gobiernos se definen a partir de su visión del escenario internacional. En general, se puede decir que hay cuatro corrientes teóricas: realismo, neoliberalismo institucional, nuevo liberalismo y constructivismo.⁴²

En muy pocas palabras, el realismo propone un escenario internacional anárquico, en el cual los estados son unidades racionales y autónomas, que toman decisiones con base en sus intereses y las relaciones de poder frente a otros estados —definidas por sus diferenciales en recursos materiales (militares, naturales, población, tecnología).⁴³ El neoliberalismo institucional se concentra en el papel que desempeñan organizaciones internacionales (ONU, Banco Mundial, FMI, OTAN) y los mercados para explicar el comportamiento de los gobiernos en el ámbito internacional.⁴⁴ El nuevo liberalismo propone que, en un mundo globalizado, los estados nacionales definen sus estrategias a partir de los incentivos (o presiones) que emergen de la política nacional e internacional. Las demandas de individuos y grupos en la sociedad, transmitidas mediante instituciones representativas domésticas, definen las “preferencias

⁴¹ Gonzalo Escribano, *Seguridad Energética: concepto, escenarios, e implicaciones para España y la UE*, Madrid, Documento de trabajo: Real Instituto Elcano, 2006, p. 16.

⁴² Hay otras corrientes teóricas que han hecho contribuciones relevantes en el campo de las relaciones internacionales, como el marxismo, el feminismo y la escuela inglesa. Para este apartado, se tomaron en cuenta las teorías más adecuadas (y con mayor presencia en la literatura) para estudiar el sector energético.

⁴³ “La señal principal que ayuda al realismo político a encontrar su rumbo en el panorama de la política internacional es el concepto de interés definido en términos de poder. Este concepto provee el enlace entre la razón —tratando de entender la política internacional— y los hechos que se buscan entender. Pone la política como una esfera autónoma de acción y entendimiento, distinta de la economía, la estética o la religión” (Hans J. Morgenthau, *Politics Among Nation: The Struggle for Power and Peace*, Nueva York, McGraw-Hill, 2005, p. 5).

⁴⁴ Arthur A. Stein, “Neoliberal Institutionalism”, en Christian Reus-Smit y Duncan Snidal (eds.), *The Oxford Handbook of International Relations*, Oxford, University Press, 2009.

estatales”, las cuales orientan y dan sentido a la acción política de los gobiernos en el ámbito internacional —hay costos internos y externos para cada decisión.⁴⁵

Finalmente, el constructivismo destaca la importancia de la construcción social de la realidad para explicar la conducta de los estados. La perspectiva constructivista se puede entender a partir de la observación de Alexander Wendt: “500 armas nucleares británicas son menos amenazantes que 5 armas nucleares norcoreanas”.⁴⁶ En esa frase, se pone en duda la perspectiva realista de que todas las relaciones entre estados se definen por recursos materiales o militares y sugiere la inclusión de otras variables socialmente construidas, como la distinción amigo/enemigo entre estados.⁴⁷

A partir de estas corrientes teóricas, se pueden esbozar tres tipos ideales de escenarios internacionales,⁴⁸ los cuales se utilizarán más abajo para estudiar la dimensión geopolítica en el caso mexicano. Para esta sección, es suficiente delinear los escenarios posibles que diferentes estados nacionales pueden tener en mente en el momento de diseñar sus políticas energéticas:⁴⁹

Escenario de baja confianza: las relaciones internacionales se basan en diferenciales de poder y recursos materiales, la cooperación internacional es restringida, por lo que se definen políticas de seguridad energética a nivel nacional o regional y se busca la diversificación de fuentes de energía. Ninguna relación comercial es completamente estable, por lo que la estrategia racional es tener muchas. (Perspectiva realista.)

⁴⁵ Andrew Moravcsik, “The New Liberalism”, en Reus-Smit y Snidal, *op. cit.*

⁴⁶ Alexander Wendt, “Constructing International Politics”, *International Security*, 20 (1995), p. 75, cit. por Ian Hurd, “Constructivism”, en Reus-Smit y Snidal, *op. cit.*

⁴⁷ *Loc. cit.*

⁴⁸ Utilizo una versión de la concepción weberiana de tipos ideales. Según Weber, “El concepto de tipo ideal... no es una ‘hipótesis’ pero ofrece una guía para la construcción de hipótesis. No es una descripción de la realidad, pero busca dar un medio claro de expresión a esa descripción” (Max Weber, *The Methodology of the Social Sciences*, trad. por E. Shils y H. Finch, Glencoe, Free Press, 1949, p. 90). Es decir, que los escenarios no son descripciones exactas de la realidad, sino herramientas para hacer una descripción más acertada.

⁴⁹ Para un análisis a detalle de los escenarios véase Valeria Constantini, *et al.*, “Security of Energy Supply: Comparing Scenarios from a European Perspective”, *Energy Policy*, 35 (2007), pp. 210-226 y G. Escribano, *op. cit.*, p. 12.

Escenario de cooperación: las alianzas ideológicas e históricas aseguran la cooperación entre bloques de países. Hay mercados fragmentados que aseguran el abastecimiento energético de sus miembros, los cuales promueven políticas de mercados complementarios basados en relaciones bilaterales o multilaterales de largo plazo. (Perspectiva constructivista.)

Escenario de mercado: la cooperación internacional mediante los mercados energéticos reduce la necesidad de buscar autonomía energética. Organizaciones internacionales de comercio y cooperación aseguran el abastecimiento energético de los estados nacionales, ya que ningún gobierno puede actuar de manera unilateral. Las acciones y relaciones entre actores privados a nivel internacional también propician relaciones bilaterales estables. (Perspectiva neoliberal institucional y nuevo liberalismo.)

La dimensión geopolítica de la seguridad energética cambia de país en país y depende, pues, de la perspectiva particular de los gobiernos de cada estado, la cual está situada históricamente y su configuración no es estática: cambia con el tiempo y con eventos internacionales. Desde hace menos de una década esto es, como se verá a detalle en la siguiente sección, especialmente relevante para el caso mexicano. El escenario geopolítico bajo el cual México diseñó sus políticas energéticas ha sufrido cambios importantes: su poder de negociación ya no es el mismo (las tasas de producción de hidrocarburos comenzaron a disminuir), nuevos jugadores entraron al mercado y las relaciones con algunos países, como Estados Unidos, se podrían modificar en los próximos años.

Antes de pasar a explorar el caso mexicano es importante señalar que las energías renovables no son el único tipo de energía alternativa. Frente a la creciente necesidad de reemplazar los combustibles fósiles, la energía nuclear surgió a mitades del siglo XX como una opción viable para satisfacer las demandas energéticas alrededor del mundo. A partir de la década de los años sesenta, la generación eléctrica a partir de la fisión nuclear, es decir la división del núcleo de determinados átomos tales como el uranio y el plutonio, comenzó a proliferarse en

diferentes países del mundo que, como Francia y Japón,⁵⁰ querían diversificar su matriz energética y proteger su economía de algunos de los problemas relacionados con el uso intensivo de hidrocarburos. Actualmente, la energía nuclear representa 11% de la oferta energética global.⁵¹

Entre las principales ventajas que se mencionan cuando se habla de la energía nuclear se encuentran, por ejemplo, su baja intensidad de carbono, sus precios competitivos de electricidad y su seguridad de suministro (confiabilidad y estabilidad). No obstante, la generación eléctrica a partir de la fisión nuclear tiene grandes desventajas ambientales, sociales y económicas que deben tomarse en consideración. En primer lugar, están los problemas relacionados con la seguridad de las centrales. A pesar de que los defensores de este tipo de energía argumentan que los riesgos asociados a operar una planta nuclear son muy bajos,⁵² en la sociedad hay una preocupación justificada respecto a la seguridad operativa de este tipo de plantas de generación. La lógica es la siguiente: si bien en los últimos 7 años no se han registrado accidentes nucleares en el mundo, y la probabilidad de que sucedan son muy bajos (1 en 3704), los costos asociados a este tipo de accidentes son demasiado grandes. La experiencia de Chernóbil (1986) y más recientemente la de Fukushima (2001), donde la radiación sigue cobrando vidas exige garantías de seguridad de 100%.

En segundo lugar, está el problema de los residuos radioactivos. A pesar de que se han hecho avances importantes respecto al control, manejo y depósito de residuos radioactivos, a la

⁵⁰ La crisis petrolera de 1973 mostró a Francia los enormes riesgos de seguir teniendo una política energética basada en el uso intensivo de hidrocarburos. Para el siguiente año, el gobierno francés lanzó un agresivo programa nuclear y en menos de cuatro décadas se construyeron más de 50 reactores. Actualmente, Francia es el país con más reactores nucleares en el mundo (58 reactores en operación) y la energía nuclear representa más de dos tercios de la generación eléctrica total de la nación. De forma similar, Japón comenzó la construcción de reactores a partir de 1960. En ausencia de recursos energéticos propios (antes de 1960 importaban prácticamente 100% de los hidrocarburos que utilizaban), optaron por la energía nuclear. Actualmente, la energía nuclear representa 30% de su oferta energética total (Ferenc Toth y Hans-Holger Rogner, "Oil and Nuclear Power: Past, Present, and Future", *Energy Economics* 28 [2006], p. 5; y *Nuclear Power in France*, Washington D.C., French Embassy in Washington, 2013, p. 2).

⁵¹ *Tracking Clean Energy Progress 2017*, París, IEA, 2017, p. 28.

⁵² F. Toth y H. Rogner, art. cit., p. 8.

fecha no hay alternativa totalmente segura. Los dos mecanismos más utilizados, cementerio nuclear (enterramiento en profundidad de residuos) y almacenamiento en superficie, tienen desventajas importantes.⁵³ Respecto al primero, el enterramiento consiste en colocar los residuos en formaciones geológicas “estables” a cientos de metros de profundidad. Sin embargo, la imprevisibilidad de la evolución geológica puede provocar que los residuos se mezclen con mantos acuíferos subterráneos o que la radioactividad escape en forma de gases a la atmósfera dañando considerablemente los ecosistemas. Por su parte, el almacenamiento en superficie, aunque es más seguro ambientalmente hablando (no tiene fugas), también conlleva riesgos considerables. Este mecanismo consiste en almacenar los residuos en contenedores especiales con diversos blindajes y sistemas de refrigeración pasiva. No obstante, además de ser extremadamente caro, con este mecanismo los residuos están continuamente al alcance de la intervención humana, lo que, a pesar de poder parecer un aspecto positivo (los residuos están en constante vigilancia), también abre las puertas al uso indebido del material nuclear.⁵⁴

El corolario es que, a pesar de que la energía nuclear tiene ventajas considerables respecto al suministro de energía eléctrica y emisiones de carbono, los riesgos asociados a su uso la convierten en una alternativa deficiente frente a las energías renovables. Además, es importante mencionar que, de desarrollar exponencialmente este tipo de centrales eléctricas, los problemas relacionados con el manejo y almacenamiento de sus residuos se incrementarían también, lo cual reduciría la posibilidad de manejarlos adecuadamente.⁵⁵

⁵³ Véase Francisco Castejón, *¿Vuelven las nucleares? El debate sobre la energía nuclear*, Madrid, Talasa, 2004.

⁵⁴ David Bodansky, *Nuclear Energy: Principles, Practices and Prospects*, Nueva York, Springer-AIP Press, 2003, p. 285.

⁵⁵ María Peña, “Ventajas y desventajas del uso de la energía nuclear”, *Debate Social*, núm. 21, p. 12.

EL CASO DE MÉXICO

Los dos argumentos para impulsar la transición hacia energías renovables —cambio climático y seguridad energética— se sostienen en el caso de México. En cuanto al problema de cambio climático, el país tiene una responsabilidad histórica importante. En 2014, México emitió 1.3% de las emisiones globales de CO₂ por quema de combustibles fósiles, ocupando el lugar número 14 en la lista de países con mayores emisiones a nivel mundial.⁵⁶ Además, con una emisión total de 492 millones de toneladas de CO₂ (MtCO₂e) al año, un producto interno bruto de más de un billón de dólares y una población de más de 127 millones de personas, México tiene la segunda economía más intensa en carbono en el continente americano (0.4 kg de CO₂ por dólar), emisiones de aproximadamente 4 toneladas per cápita⁵⁷ y una de las ciudades más contaminadas del mundo (la Ciudad de México).

Paralelamente, por su condición geográfica y condiciones sociales de marginación, México es uno de los países más vulnerables a los efectos del calentamiento global. De acuerdo con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 15% del territorio, 68% de la población y 71% del PIB están directamente expuestos a los efectos adversos del cambio climático⁵⁸ y, desde 2013, el gobierno tiene pérdidas económicas equivalentes a 7% del PIB por degradación ambiental en bosques, aguas, contaminación atmosférica y de la tierra.⁵⁹

Reconociendo la contribución de México al cambio climático, así como sus efectos perjudiciales sobre sus ecosistemas y su economía, desde principios de la década de los noventa, el gobierno mexicano cuenta con una legislación ambiental relativamente avanzada y una participación internacional especialmente activa. Merece destacar, por un lado, la *Ley General de*

⁵⁶ *CO₂ Emissions from Fuel Combustion, op. cit.*, p. 307.

⁵⁷ *Mexico Energy Outlook*, París, IEA, 2016, p. 17.

⁵⁸ SEMARNAT, “Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012”, Ciudad de México, SEMARNAT, 2009, p. 23.

⁵⁹ Alejandra Aguilar, “Cambio climático cuesta 7% del PIB”, *El Economista*, Ciudad de México, 27 de octubre 2013.

Cambio Climático (en adelante LGCC) de 2012, con la cual culminaron dos décadas de trabajo en la elaboración de un programa nacional para enfrentar el cambio climático. Por otro, la firma y ratificación por parte del gobierno mexicano del histórico Acuerdo de París. En el cual, México se comprometió —en sintonía con la LGCC ⁶⁰ y mediante las contribuciones previstas y determinadas a nivel nacional (INDC por sus siglas en inglés)— a reducir 25% de sus emisiones de gases de efecto invernadero y de contaminantes de vida corta (específicamente carbono negro) con respecto a la línea base al año 2030.⁶¹

El reto es ambicioso. Alcanzar estos objetivos de mitigación significa comprometer a los sectores emisores clave a reducir su consumo de combustibles fósiles y hacer transformaciones estructurales en el modelo de desarrollo del país (orientar la producción hacia fuentes alternativas de energía). En México, el sector que históricamente emite la mayor cantidad de gases de efecto invernadero (más de 50%) es el sector de energía.⁶² Este sector incluye al subsector de generación eléctrica (objeto de esta tesis) y al sector productor de petróleo, los cuales emiten 26 y 21%⁶³ del total neto de emisiones respectivamente.⁶⁴

Ahora, respecto al segundo argumento para incrementar la participación de energías renovables, la seguridad energética, México enfrenta complicaciones en las tres dimensiones tratadas arriba: geológica, económica y geopolítica. Por lo que se refiere a la dimensión geológica, entre los principales retos que México va afrontar en las próximas décadas está el

⁶⁰ *Ley General de Cambio Climático*, Diario Oficial de la Federación, 6 de junio de 2012, p. 42.

⁶¹ *Intended Nationally Determined Contribution*, México, Gobierno de la República, disponible en goo.gl/R1yRxH, consultado el 20 de mayo 2017.

⁶² *OECD Environmental Performance Reviews: Mexico 2013*, París, OECD, 2013, p. 24.

⁶³ *Inventario de gases y compuesto de efecto invernadero*, Ciudad de México, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), 2013, p. 23. Disponible en goo.gl/inmq3v, consultado el 15 de mayo 2017.

⁶⁴ El segundo sector emisor de gases de efecto invernadero es el sector de fuentes móviles de autotransporte, el cual representó, en 2013, 26% de las emisiones totales. Si bien es el sector que presenta el mayor y más rápido crecimiento, tanto de consumo energético, cuanto de emisiones, por motivos de extensión, esta tesis no trata sus mecanismos de mitigación o control, como lo hace para el caso del sector eléctrico.

agotamiento de sus fuentes de combustibles fósiles —petróleo, carbón y gas natural—, que actualmente representan 90% del suministro de energía primaria.⁶⁵

A pesar de que históricamente México ha sido uno de los principales exportadores de gas natural y “crudo convencional” a nivel mundial,⁶⁶ a partir de 2015 México se convirtió en un importador neto de hidrocarburos; es decir, importa más de lo que exporta y no hay indicios de que esta tendencia se vaya a revertir. Se estima que, a ritmos actuales de producción, la esperanza de vida de las reservas probadas⁶⁷ será de 10 años y de las reservas totales de 30.⁶⁸ ¿Qué pasó? Si bien en el año 2006 México fue el sexto productor de crudo convencional en el mundo, a partir de 2004, la extracción nacional comenzó a disminuir a una tasa de 5% anual.⁶⁹ De acuerdo con la Secretaría de Energía (SENER), esta reducción tiene su origen principalmente en el agotamiento del yacimiento más grande del país (el proyecto Cantarell)⁷⁰ y la incapacidad parcial de otros activos —tales como Ku-Maloob-Zaap y el litoral de Tabasco Saaria-Luna— de compensar la pérdida de capacidad productiva (cerca de millón y medio de barriles diarios).⁷¹

En cuanto al gas natural, la historia es paralela: de 2010 a 2016 la producción total cayó más de 30%⁷² y las importaciones se duplicaron. Dos factores explican lo que pasó. Primero,

⁶⁵ *Mexico Energy Outlook, op cit.*, p. 17.

⁶⁶ El crudo convencional se refiere al petróleo que tiene características físicas comunes en términos de densidad, viscosidad, entre otras, y que puede ser extraído en condiciones simples. En contraste, el petróleo no convencional es más pesado, sulfurado y difícil de extraer, por lo que prácticamente no se explota en la actualidad (Véase Mariano Marzo, “Recursos convencionales y no convencionales de petróleo y gas”, *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 2008 (16), pp. 218-228).

⁶⁷ Las reservas probadas son acumulaciones de hidrocarburos de las que ya se sabe su rentabilidad y condiciones económicas. En contraste, existen las reservas probables o posibles. Es decir, yacimientos de los que no se conoce con certeza su rentabilidad: se estima con base en su grado de certidumbre (cuánto se sabe del yacimiento). Véase el glosario disponible en el sitio oficial de Pemex: goo.gl/av5S0S.

⁶⁸ *OECD Environmental Performance Reviews: Mexico, op cit.*, p. 29.

⁶⁹ *Informe Anual 2009*, Ciudad de México, Pemex, 2010, p. 51.

⁷⁰ Hasta 2004 Cantarell representaba, con una producción de dos millones de barriles diarios, tres cuartas partes de la producción total de crudo en México. No obstante, para julio de 2009 comenzó a agotarse y su producción cayó a únicamente 600 mil barriles diarios. A pesar de que, desde 2004, el proyecto Cantarell comenzó a ser inyectado con nitrógeno para extraer sus últimos recursos energéticos fósiles, actualmente, el yacimiento ya no alcanza los 200 mil barriles por día (Todd M. Johnson, *et al.*, *Low-carbon Development for Mexico*, Washington D.C., The World Bank, 2010, p. 36).

⁷¹ *Informe Anual 2009, op. cit.*, p. 51.

⁷² *Prospectiva de gas natural 2017-2031*, Ciudad de México, SENER, 2017, p. 50.

dado que más de 70% de la producción total de gas natural en México proviene de gas asociado —es decir, gas que se extrae junto con el crudo convencional—⁷³ la reducción en las tasas de producción de petróleo se tradujo directamente en tasas decrecientes de producción de gas natural. Segundo (y tal vez más importante), la posibilidad de importar gas natural estadounidense a precios competitivos redujo los incentivos para desarrollar proyectos de exploración y extracción de gas natural,⁷⁴ incluidos aquellos relacionados con la fracturación hidráulica o *fracking* que, hasta 2018, no era una práctica de explotación aprobada en territorio mexicano.⁷⁵

En otras palabras, la capacidad de México de satisfacer su demanda interna de hidrocarburos de manera autónoma se deterioró considerablemente en las últimas décadas. Dejando de lado las implicaciones fiscales y financieras que tiene esta disminución de producción (se tratarán más adelante), el agotamiento gradual de la producción de hidrocarburos frente a una demanda creciente se refleja en la dimensión geopolítica que, como se mencionó arriba, se refiere a la configuración de los mercados energéticos (intercambios comerciales internacionales de hidrocarburos) y el panorama político global.

Además, con el agotamiento de reservas nacionales, reducción de producción y la posibilidad de importar hidrocarburos de manera rentable, aumentó la vulnerabilidad energética

⁷³ *Ibid.*, p. 51.

⁷⁴ *Mexico Energy Outlook, op cit.*, p. 23.

⁷⁵ En contra de los argumentos de organizaciones como la Alianza Mexicana contra el Fracking, esta técnica de extracción comenzará a ser utilizada en México a mitades de 2018 (Karol García, “Ronda 3.3 será de recursos shale”, *El Economista*, 1 de marzo 2018, disponible en <https://goo.gl/cLT6fm>, consultado el 19 de marzo 2018).

del país⁷⁶ y, específicamente, la vulnerabilidad de México frente a su principal socio comercial: Estados Unidos. De acuerdo con la *Prospectiva de Gas Natural 2017-2031*, en los últimos diez años la demanda por gas natural aumentó 34.4%, volviéndolo el combustible más demandado a nivel nacional debido a su cada vez mayor participación en el sector eléctrico. No obstante, de los 7,993 millones de pies cúbicos diarios de gas natural que se consumieron en 2017 (48% de la demanda nacional total de combustibles fósiles) las importaciones satisficieron 61%,⁷⁷ lo que significa que, por un lado, México tiene un déficit de producción nacional de hidrocarburos importante (carece de autosuficiencia) y, por otro, que el funcionamiento del sector energético depende física y económicamente del mercado de gas natural exterior —específicamente de Estados Unidos, principal socio comercial del México.

Actualmente, las importaciones procedentes del sur de Estados Unidos satisfacen 50% de la demanda nacional de gas natural, lo que tiene fuertes implicaciones en la seguridad energética de México. La falta de un volumen diversificado de importaciones (variedad de socios comerciales), así como de rutas y modos de transporte, aumenta la vulnerabilidad del país y altera significativamente el poder de negociación de México frente a Estados Unidos. El peso relativo de las importaciones americanas en el consumo nacional impide al gobierno mexicano dialogar en igualdad de condiciones (la seguridad energética está en juego) y expone al mercado nacional a los vaivenes económicos, fiscales y, sobre todo, políticos en EUA.

⁷⁶ Se usa el término “vulnerabilidad” partiendo de una visión realista de las relaciones internacionales, en la que (como se explicó arriba) los estados-nacionales se comportan como agentes autónomos, que actúan en beneficio propio, sin dar relevancia a la posición ideológica, geográfica o cultural de otros. Aquí se adopta una visión realista de las relaciones internacionales para el estudio del sector energético, debido a su condición estratégica para la conservación de los estados. Es decir, aunque las otras perspectivas pueden hacer contribuciones relevantes en otros ámbitos, conflictos internacionales recientes demuestran que el sector energético suele funcionar con estas reglas, incluso llegando a conflictos militares para asegurar el abastecimiento de hidrocarburos o a alianzas “poco probables” en términos ideológicos, como Estados Unidos y Arabia Saudita.

⁷⁷ Dirección General de Gas Natural y Petroquímicos, *Prontuario estadístico diciembre 2017*, Ciudad de México, SENER, 2017, p. 15

Al respecto, el inicio de la administración de Donald Trump plantea riesgos importantes a la relación comercial bilateral. Si bien las amenazas a la seguridad energética son reducidas — el precio del gas natural se desplomaría en Estados Unidos si el gobierno decidiera obstruir o bloquear el flujo de exportaciones—,⁷⁸ el sector energético mexicano está vulnerable a que surjan impedimentos a las importaciones definidos desde la Casa Blanca. Preocupa, sobre todo, la renegociación del Tratado de Libre Comercio (TLCAN), ya que por un lado, es el acuerdo mediante el cual ambos países acordaron el libre comercio de hidrocarburos y, por otro, es el fundamento a partir del cual se decide “el nivel de supervisión regulatoria al que las exportaciones de gas natural deben someterse antes de ser autorizadas”.⁷⁹ Actualmente, “las exportaciones e importaciones de gas natural con los países del TLCAN se sujetan a procesos regulatorios tan complejos como la renovación de un pasaporte”,⁸⁰ sin embargo, de desaparecer el acuerdo las aprobaciones podrían sujetarse a tiempos de regulación más largos y complejos, así como a aranceles o restricciones especiales.

México apostó por las importaciones norteamericanas bajo el supuesto de protección de una relación bilateral estable resguardada por tratados comerciales robustos (*escenario de mercado*). Sin embargo, la reciente intensidad y asimetría de las relaciones entre los dos países plantea la necesidad por parte de México de migrar a un esquema de mayor autonomía energética (*escenario de poca confianza*) y de repensar la política de ampliación de gasoductos, la

⁷⁸ A pesar de que cualquier obstrucción a las exportaciones provocaría un gran descontento entre la comunidad energética en Estados Unidos y la comunidad comercial internacional, la historia reciente demuestra que eso no es garantía suficiente para impedirlo. En marzo de 2018, el presidente Donald Trump impuso aranceles de 25% a las importaciones de acero y 10% a las de aluminio, lo cual afecta gravemente a aquellas industrias que utilizan esos productos como insumos para su producción (John Cassidy, “The Real Danger of Tump’s Steel and Aluminum Tariffs”, *The New Yorker*, 8 de marzo 2018, disponible en <https://goo.gl/442ZYc>, consultado el 19 de abril 2018).

⁷⁹ Sam Walsh y Jason Bordoff, “¿Cómo puede afectar al intercambio de gas natural un conflicto comercial entre Estados Unidos y México?”, *Nexos*, 23 de febrero 2017, disponible en <https://goo.gl/XgRRHL>, consultado el 19 de abril 2018.

⁸⁰ *Loc. cit.*

cual, por sus características, niveles de inversión y puntos de interconexión, constriñe cada vez más la capacidad de México de importar hidrocarburos procedentes de otros países.

En ese sentido, si bien es improbable que el presidente Donald Trump obstaculice las exportaciones o utilice la dependencia energética de México a las importaciones estadounidenses como instrumento de negociación, México debe, frente a las tasas decrecientes de producción de hidrocarburos nacionales, garantizar su seguridad energética mediante la diversificación de socios comerciales, pero sobre todo de fuentes de energía.

POTENCIAL DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN MÉXICO

Además de los beneficios asociados a la generación de electricidad a partir de energías renovables en términos de cambio climático y seguridad energética, por su posición geográfica, México es uno de los países con mayor potencial renovable en el mundo. En esta sección, señalo las capacidades de generación por fuente renovable de energía en el país.

Energía Solar

De acuerdo con la IEA, México cuenta con algunos de los mejores recursos solares en el mundo, con niveles de radiación diarios de entre 4.4 y 6.3 KWh por m². Debido a que el territorio mexicano se encuentra entre los paralelos 14° y 35° (comúnmente considerados los paralelos con mayores recursos solares), los “niveles de radiación promedio más bajos del año en México son comparables con los niveles de radiación más altos en países como Alemania y Japón; es decir el segundo y tercer país con mayor producción de electricidad solar en el mundo”.⁸¹ De acuerdo con la SENER, México tiene un

⁸¹ *Energy Policies Beyond IEA Countries, México 2017*, París, IEA, 2017, p. 170.

potencial posible de 6,500,000 GWh de energía solar,⁸² lo que representa 24 veces el consumo nacional actual de electricidad y un potencial probado de 17 mil GWh.⁸³

Energía Eólica

Con respecto a la energía eólica la historia es paralela: México cuenta con recursos eólicos suficientes para satisfacer la mitad de la demanda nacional actual de electricidad y un potencial probado de 19 mil GWh. La capacidad de cualquier tecnología para generar energía eléctrica se mide a partir de un factor conocido como “factor de planta” o de capacidad, el cual mide la diferencia entre la energía eléctrica generada durante un periodo de tiempo y la capacidad máxima de dicha tecnología en el mismo periodo. En el caso de la energía eólica, para que un aerogenerador sea factible, el factor de planta debe encontrarse en un rango entre 20% y 25%, sin embargo, en México el factor de planta en ciertas zonas de la república (como Oaxaca) pueden llegar a ser de hasta 50%,⁸⁴ volviendo a México uno de los países más atractivos del mundo para invertir en granjas eólicas.

Energía geotérmica

Como mencioné arriba, la energía geotérmica consiste en el aprovechamiento de los flujos de calor entre el interior de la Tierra y la superficie, por lo que para que un país tenga un alto

⁸² *Prospectiva de Energías Renovables 2016-2030*, Ciudad de México, SENER, 2016, p. 37.

⁸³ De acuerdo con la SENER, el potencial se puede clasificar entre Posible, Probable y Probado. El potencial posible considera la capacidad de generación a partir de una energía sin discriminar con detalle la viabilidad de su aprovechamiento. El potencial probable toma en consideración factores técnicos, pero no cuenta toda la factibilidad técnica y económica. Finalmente, el potencial probado considera la competitividad, factibilidad técnica, económica, de interconexión, entre otros. En México, se puede analizar el potencial probable existente en el Atlas Nacional de Zonas con Alto Potencial de Energías Limpias (AZEL), disponible en <https://goo.gl/r21AzN>. Cabe destacar que, a menos que este Atlas se actualice anualmente, su relevancia puede disminuir: debe tomar en cuenta avances tecnológicos, tipo de cambio, precios de otras fuentes de energía, entre otros.

⁸⁴ Entrevista con Osvaldo Rodríguez, investigador del Instituto de Energías Renovables de la UNAM, 31 de enero 2017.

potencial en este tipo de fuente energética es necesario que tenga acceso a yacimientos geotérmicos, es decir a ciertas áreas geográficas cuya composición geológica está a temperaturas anormalmente elevadas.⁸⁵ Debido a que el territorio mexicano se encuentra localizado sobre el conocido Cinturón de Fuego del Pacífico, es decir la principal zona de actividad geotérmica en el mundo, México es uno de los países con mayor potencial de generación a partir de esta fuente energética que tiene factores de planta de casi 80%. De acuerdo con la Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA por sus siglas en inglés), México podría satisfacer todas sus demandas energéticas mediante la generación geotérmica, la cual tiene una capacidad potencial de 13 millones de GWh.⁸⁶ Sin embargo, actualmente se generan cerca de 0.4 GWh (450 MWh) al año a partir de esta fuente de energía. Si bien es cierto que es físicamente imposible aprovechar los 13 millones de GWh potenciales, si se aprovechara tan sólo 5% del total se podría generar toda la energía necesaria para satisfacer la demanda de electricidad actual, la cual es equivalente a 319,363.5 GWh.

Bioenergía

La bioenergía es una fuente energética que se obtiene mediante el tratamiento de la biomasa, es decir la transformación de la materia constitutiva de los seres vivos, sus excretas y restos no vivos, en biocombustibles. Es una fuente renovable de energía y normalmente es juzgada como la más problemática de todas: si no se usa correctamente tiene riesgos asociados a la seguridad alimentaria y presión sobre bosques y zonas de cultivo.⁸⁷ Sin embargo, tiene áreas de mejora significativas que tienen que ver con una buena organización de abasto y provisión, es decir, con una logística

⁸⁵ Guillermo Llopis y Vicente Angulo, *Guía de la Energía Geotérmica*, Madrid, Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid-Energy Management Agency, 2007, p. 46.

⁸⁶ *Renewable Energy Prospects: México*, Abu Dabi, IRENA, 2015, p. 44.

⁸⁷ Omar Masera (coord.), *Cuaderno Temático 4 de la bioenergía en México. Situación Actual y Perspectivas*, Ciudad de México, Red Mexicana de Bioenergía A.C., 2011, pp. 7-10.

especializada de movilización.⁸⁸ En México, esta fuente de energía tiene un potencial posible de 11,500 GWh, de los cuales actualmente se aprovechan cerca de 500 GWh.⁸⁹

Energía hídrica de pequeña escala

En una primera instancia, la energía hidroeléctrica es, sin lugar a duda, la energía renovable más usada en la actualidad en México. De acuerdo con la *Prospectiva del Sector Eléctrico 2017-2031*, las plantas hidroeléctricas satisfacen cerca de 30,909 GWh de la generación total de electricidad en México.⁹⁰ No obstante, como señalé anteriormente, no todos los tipos de energía hídrica deben ser considerados como renovables. Debido al alto impacto ambiental que tienen las plantas hidroeléctricas de gran escala (mayores a 30 MW), éstas no son consideradas como energía renovable, mientras que las mini-hidro sí, ya que son tecnologías de generación renovable que utilizan el movimiento del agua para producir electricidad mediante la construcción de presas y el uso de turbinas cuya escala no interfiere con los ecosistemas acuíferos en los que están insertas. La principal ventaja de este tipo de centrales es que, además de no emitir GEI, evitan un desgaste excesivo del agua y formaciones geológicas. Además, propician la generación de energía eléctrica local (por su tamaño pueden estar cerca de los espacios de consumo), lo que reduce pérdidas asociadas al transporte y distribución de electricidad. Actualmente en México hay cerca de 40 centrales hidroeléctricas de pequeña escala en operación, sin embargo, el país cuenta con un potencial posible de 44 mil GWh y un probable de 4,796 GWh,⁹¹ y una gran cantidad de recursos hídricos que podrían ser utilizados mediante la instalación de mini-hidros para fomentar la electrificación y cohesión regional de áreas rurales marginalizadas.

⁸⁸ Carlos García y Omar Masera, *Estado del arte de la bioenergía en México*, Ciudad de México, Red Mexicana de Bioenergía- CONACYT, 2016, p. 32.

⁸⁹ *Prospectiva de Energías Renovables 2016-2030, op.cit.*, p. 37.

⁹⁰ *Prospectiva del Sector Eléctrico 2017-2031*, Ciudad de México, SENER, 2017, p. 17.

⁹¹ *Prospectiva de Energías Renovables 2016-2030, op.cit.*, p. 37.

CAPÍTULO TEÓRICO

Históricamente, los estudios sociales sobre transiciones energéticas han estado a cargo de los análisis socio-técnicos,⁹² los cuales analizan, a grandes rasgos, cómo las innovaciones tecnológicas presiden las transiciones energéticas.⁹³ La hipótesis que subyace en estas investigaciones es que, a medida que se desarrollan y difunden nuevas tecnologías, nuevos sistemas energéticos se imponen con el tiempo en la sociedad.⁹⁴ Sin embargo, este enfoque se ha criticado por su visión excesivamente determinista,⁹⁵ que deja prácticamente de lado las dinámicas políticas y socio-espaciales que influyen y determinan los procesos de transformación.⁹⁶

En los últimos diez años, estas críticas han cobrado más relevancia porque la descarbonización es radicalmente distinta a transiciones energéticas pasadas —tales como el desplazamiento de la madera por el carbón o del carbón por el petróleo para calentar y transportar. De acuerdo con Fouquet, los factores principales que impulsaron las transiciones del

⁹² Véase Arnulf Grubler, “Energy Transitions Research: Insights and Cautionary Tales”, *Energy Policy*, 50(2012), pp. 8-16; Jochen Markard *et al.*, *Socio-Technical Transitions and policy Change. Advocacy Coalitions in Swiss Energy Policy*, Brighton, University of Sussex, 2015; E. Trutnevyte, *et al.*, “A Review of Socio-Technical Energy Transition (STET) models”, *Technical Forecasting and Social Change*, 100 (2015), pp. 290-305; Akihisa Mori, “Socio-Technical and Political Economy Perspectives in the Chinese Energy Transition”, *Energy Research and Social Science*, 35 (2018), pp. 28-36; Aleh Cherp, *et al.*, “Integrating Techno-Economic, Socio-Technical and Political Perspectives on National Energy Transitions: A Meta-Theoretical Framework”, *Energy Research and Social Science*, 37 (2018), pp. 175-190.

⁹³ Según Grubler las transiciones energéticas son impulsadas por el incremento (*scaling up*) de las soluciones tecnológicas, las cuales comienzan en pequeño, siendo imperfectas y costosas, pero terminan, a largo plazo, promoviendo transiciones a nivel macro (A. Grubler, art. cit., p. 14).

⁹⁴ J. Markard, art. cit., p. 4.

⁹⁵ Este enfoque es usualmente criticado por “enfátizar la importancia de las tecnologías a expensas de las relaciones sociales y políticas del contexto o configuración” (Mary Lawhon y James T. Murphy, “Socio-technical Regimes and Sustainability Transitions: Insights From Political Ecology”, *Progress in Human Geography*, 36(2011) pp. 360-368; Steven Bernstein y Matthey Hoffman, “The politics of Decarbonization: A Framework and Method”, *Climate Change and Renewable Energy Policy in the EU and Canada Workshop*, 2015, pp. 3 y 4).

⁹⁶ S. Bernstein y M. Hoffman, art. cit., p. 4.

pasado fueron, por un lado, el surgimiento de oportunidades tecnológicas para producir mejores y más baratos servicios energéticos; por otro, la existencia de un nicho de mercado, no fomentado desde el gobierno, dispuesto a pagar más por las nuevas fuentes de energía.⁹⁷ En contraste, la descarbonización es una transición impulsada —principalmente pero no exclusivamente— por la crisis del cambio climático,⁹⁸ los precios y la existencia limitada de hidrocarburos.

En ese sentido, mientras que las transiciones del pasado fueron transformaciones no planeadas de larga duración,⁹⁹ la descarbonización es una transición completamente intencional¹⁰⁰ y urgente; como tal, sería difícil de lograr sin la intervención de los gobiernos,¹⁰¹ pues las externalidades asociadas al cambio climático son difíciles de cuantificar y sus costos aún no alteran los mercados (apenas empieza a traducirse en una falla de mercado). La transición actual requiere, pues, acciones gubernamentales que cambien el modelo energético en la sociedad: “la descarbonización depende en gran medida de la aparición de políticas públicas que le den velocidad y dirección”.¹⁰²

A pesar de la profunda naturaleza política de la transición energética actual, la mayoría de los estudios de ciencia política han estado alejados de los estudios sobre descarbonización.¹⁰³ Como señalan Kern y Markard, “también la política, los intereses de actores involucrados y condiciones para cambios de política son centrales para estudiar transiciones energéticas, aunque estos asuntos se han descuidado de inicio en la investigación sobre transiciones”.¹⁰⁴ En ese sentido, tomando en cuenta el papel central que desempeñan los estados durante las transiciones

⁹⁷ Roger Fouquet, “The Slow Search for Solutions: Lessons from Historical Energy Transitions by Sector and Service”, *Energy Policy*, 38 (2010), p. 6592.

⁹⁸ A. Grubler, art. cit., p. 8.

⁹⁹ R. Fouquet, art. cit., p. 6593.

¹⁰⁰ Florian Kern y Jochen Markard, “Analysing Energy Transitions: Combining Insights from Transition Studies and International Political Economy”, en Thijs Van de Graaf *et al.* (eds.), *The Palgrave Handbook of the International Political Economy of Energy*, Londres, Palgrave Macmillan, 2016, p. 292.

¹⁰¹ Michaël Aklin y Johannes Urplelainen, “Political Competition, Path Dependence, and the Strategy of Sustainable Energy Transitions”, *Journal of Political Science*, 57 (2013), p. 644.

¹⁰² F. Kern, art. cit., p. 292.

¹⁰³ S. Bernstein y M. Hoffman, art. cit., p. 3.

¹⁰⁴ F. Kern, art. cit., p. 292.

deliberadas y la naturaleza política de su implementación —las transiciones suceden en entornos políticos complejos, con entramados legales divergentes y entre intereses económicos—, es necesario hacer análisis integrales desde una perspectiva de política pública para comprender las distintas barreras y conflictos que surgen en su diseño e implementación.

ESTADO, INSTITUCIONES Y ENERGÍA

Los estados funcionan de maneras distintas dependiendo del contexto y su proceso histórico de construcción. Generalmente, entendidos como organizaciones complejas que tienen el monopolio del uso de la fuerza legítima,¹⁰⁵ actúan poniendo reglas —regulando— ciertos comportamientos sociales y asegurando —mediante el uso de fuerzas y recursos— su cumplimiento. Los estados ponen reglas, en forma de leyes y reglamentos que componen el derecho, y aseguran que se cumplan, siempre en competencia con otros sistemas de reglas.¹⁰⁶ Por lo tanto, el análisis de las reglas y las prácticas concretas con las que los estados hacen cumplirlas es un elemento esencial en el estudio de la política, especialmente las políticas públicas, entendidas de manera amplia como “decisiones de gobierno que incorporan la opinión, la participación, la corresponsabilidad y el dinero de los privados, en calidad de ciudadanos electores y contribuyentes”.¹⁰⁷

A partir de esta idea, se desarrolló un programa de investigación dedicado a estudiar las instituciones, definidas como reglas. Debido a que la realidad es compleja y el derecho no se aplica de manera unidireccional mediante su publicación, las ciencias sociales se han dedicado a explicar

¹⁰⁵ “El Estado es aquella comunidad humana que en el interior de un determinado territorio reclama para sí (con éxito) el monopolio de la coacción legítima” (Max Weber, *Economía y sociedad: esbozo de sociología comprensiva*, Ciudad de México, FCE, 2001, p. 1056).

¹⁰⁶ “El supuesto de que sólo el Estado crea o debería crear reglas, y que sólo él mantiene o debería mantener los medios de violencia para hacer que la gente obedezca esas reglas, minimiza y trivializa la rica negociación, interacción y resistencia que ocurre en toda sociedad humana entre múltiples sistemas de reglas” (Joel S. Migdal, *Estados débiles, Estados fuertes*, trad. de L. Andrade y V. Schusseim, Ciudad de México, FCE, 2011, p. 33).

¹⁰⁷ Luis F. Aguilar, *El estudio de las políticas públicas*, Ciudad de México, Miguel Ángel Porrúa, 2000, p. 26.

cómo la ley y el Estado no son elementos que determinan el campo “desde arriba”, sino que son parte del campo.¹⁰⁸ En ese sentido, es necesario analizar y explicar los procesos históricos y políticos que configuran el entorno y el contenido de las reglas que formulan los estados.

Los arreglos institucionales —entendidos de forma general como “limitaciones ideadas por el hombre para dar forma [y certidumbre] a las interacciones humanas”—¹⁰⁹ son fundamentales para explicar los fenómenos sociales, pues son “variables que pueden tener gran incidencia en la formulación e implementación de las políticas en los sistemas políticos y administrativos”.¹¹⁰ Según esta aproximación, para entender los desafíos que enfrentan las transiciones energéticas, es necesario estudiar los arreglos institucionales en los que se encuentran sumergidas. Es decir, un análisis minucioso de las leyes y los mecanismos formales diseñados para promover una transición energética no es suficiente para ofrecer una explicación coherente del contenido de esas instituciones y sus implicaciones políticas. Para hacer un análisis acertado, se requiere hacer un estudio histórico de esas instituciones —entender qué relaciones de poder reflejan— y situarlas en un entorno político complejo. El programa del institucionalismo histórico, que es el marco que orientó el diseño de esta investigación, atiende estas preocupaciones. En la siguiente sección, se explica la importancia de esta aproximación y sus principales conceptos.

INSTITUCIONALISMO HISTÓRICO Y LAS TRANSICIONES ENERGÉTICAS

Dentro de la literatura neoinstitucionalista, se asume que los arreglos institucionales perduran en el tiempo.¹¹¹ Desde las teorías de elección racional, hasta los enfoques de nuevo

¹⁰⁸ J. S. Migdal, *op. cit.*, p. 36.

¹⁰⁹ Douglass North, *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*, Cambridge, University Press, 1990, p. 13.

¹¹⁰ Saúl Saavedra, “Instituciones, actores y cambio institucional”, *Perspectivas Internacionales*, 2011, núm. 1, p. 12.

¹¹¹ James G. March y Johan P. Olsen, “Elaborating the New Institutionalism” en Sarah A. Binder, *et al.*, (eds.), *The Oxford Handbook of Political Institutions*, Oxford, Oxford University Press, 2008, p. 3.

institucionalismo histórico y sociológico,¹¹² parece haber consenso acerca de la continuidad institucional: las instituciones son relativamente estables en la medida en la que no son perturbadas por un *shock* externo o crisis que abra la oportunidad para que los individuos decidan,¹¹³ ya sea con base en acuerdos políticos pasados¹¹⁴ o en cálculos de costo-beneficio,¹¹⁵ un cambio.¹¹⁶

A pesar de este consenso en la durabilidad y relativa ausencia de variaciones, los orígenes de la estabilidad y los cambios en las instituciones son fuente de discusión entre los diferentes enfoques.¹¹⁷ Dependiendo del peso que se dé al individuo frente a las estructuras, los motivos por los cuales un arreglo institucional va a durar a lo largo del tiempo, así como las razones para que cambie, van a variar.¹¹⁸ Así, por ejemplo, en las teorías de la rama de elección racional,¹¹⁹ el origen, la duración y el cambio de una institución son fenómenos intencionales que están completamente determinados por las preferencias y estrategias —que son siempre exógenas y están relacionadas con la maximización de utilidad— de los individuos. En esta vertiente del nuevo institucionalismo, los arreglos institucionales —valorados por los actores como marcos

¹¹² Véase la tabla que compara los tres institucionalismos históricos en Ellen M. Immergut, “The Theoretical Core of the New Institutionalism”, *Politics & Society*, 26 (1998), p. 28.

¹¹³ Christopher Kingston y Gonzalo Caballero, “Comparing Theories of Institutional Change”, *Journal of Institutional Economics*, 5 (2009), p. 156.

¹¹⁴ Gary Libecap, *Contracting for Property Rights*, Cambridge, University Press, 1989, p. 16, cit. por Kingston y Caballero, art. cit.

¹¹⁵ E. Ostrom, *Understanding Institutional Diversity*, Princeton, University Press, 2005, p. 61, cit. por Kingston y Caballero, art. cit.

¹¹⁶ Cabe destacar que las críticas principales que se han hecho a los enfoques neoinstitucionalistas es su limitada capacidad para explicar el cambio (véase Ellen M. Immergut, “Historical-Institutionalism in Political Science and the Problem of Change”, en Andreas Wimmer y Reinhart Kössler (eds.), *Understanding Change: Models, Methodologies, and Metaphors*, Basingstoke, Palgrave, 2006).

¹¹⁷ Peter A. Hall y Rosemary C.R. Taylor, “Political Science and the Three New Institutionalisms”, *Political Studies*, 44 (1996), pp. 942 ss.

¹¹⁸ P. Hall y R. Taylor, art. cit, p. 942 ss.

¹¹⁹ Kenneth Shepsle y Mark Bonchek, *Analyzing Politics. Rationality, Behaviour, and Institutions*, Nueva York, Norton Press, 1997; Gary Becker, “The Economic Approach to Human Behavior” en Jon Elster (ed.), *Rational Choice*, Oxford, Basil Blackwell, 1986; Randall Calver, “Rational Actor, Equilibrium and Social Institutions”, en Jack Knight e Itai Sened, *Explaining Social Institutions*, Ann Arbor, The University of Michigan Press, 1995.

interpretativos útiles para entender y prever la vida—¹²⁰ duran en la medida que maximizan el beneficio colectivo de los individuos. Las instituciones prevalecen, pues, siempre y cuando mantengan un punto óptimo de equilibrio.

En este enfoque, los individuos se adhieren y mantienen en un arreglo institucional determinado porque moverse a otro los pondría en peor posición de la que estaban (es un equilibrio óptimo). En ese sentido, las teorías de elección racional fallan en explicar la presencia de arreglos institucionales poco eficientes: si el cambio institucional es consecuencia de una decisión planeada,¹²¹ no se entiende la existencia de arreglos institucionales que no cumplan con el criterio de óptimo de Pareto.¹²² De acuerdo con Pierson, estas explicaciones funcionalistas “sugieren la existencia de un mundo de instituciones políticas mucho más susceptible a la eficiencia y el continuo refinamiento, que el mundo en el que realmente habitamos”.¹²³

De forma contraria, el institucionalismo sociológico¹²⁴ plantea que los individuos y sus relaciones de poder poco o nada inciden conscientemente en el origen, duración y cambio de las instituciones. En este enfoque estructuralista, los arreglos institucionales 1) no sólo son fuentes de información para entender y prever la vida social, sino que moldean completamente el comportamiento de los actores (las instituciones son fuente de repertorios cognitivos);¹²⁵ y 2)

¹²⁰ S. Saavedra, art. cit., p. 38.

¹²¹ Michael J. Gorges, “New Institutional Explanations for Institutional Change: A Note of Caution”, *Politics*, 21(2001), p. 140.

¹²² Véase Gary Miller, “Rational Choice and Dysfunctional Institutions”, *Governance: An International Journal of Policy and Administration*, 13 (2000), pp. 535-547.

¹²³ Paul Pierson, “The Limits of Design: Explaining Institutional Origins and Change”, *Governance*, 13 (2000), p. 496.

¹²⁴ Véase John W. Meyer y Brian Rowan, “Institutionalized Organizations: Formal Structure as Myth and Ceremony”, *American Journal of Sociology*, 83(1977), pp. 340-363; Richard Scott y John Meyer, *Institutional Environments and Organizations. Structural Complexity and Individualism*, California, Sage Publications Inc, 1994; Peter Berger y Thomas Luckmann, *The Social Construction of Reality*, Nueva York, Anchor, 1966.

¹²⁵ M. Gorges, art. cit., p. 139.

surgen y cambian a partir de patrones institucionales ya existentes. Es decir, nacen y se transforman en un contexto de isomorfismo institucional.¹²⁶

El nuevo institucionalismo histórico¹²⁷ ofrece una concepción intermedia y más amplia de la relación estructura-individuo que los dos enfoques anteriores. Para explicar las fuentes de las preferencias de los individuos y el origen de las instituciones, esta vertiente hace un balance entre las teorías funcionalistas y estructuralistas:¹²⁸ las instituciones moldean las preferencias y objetivos de los actores políticos, al mismo tiempo que los arreglos institucionales reflejan y son el resultado de las relaciones de poder y estrategias de los individuos.¹²⁹

A pesar de que los actores políticos sí seleccionan nuevas instituciones de acuerdo con sus necesidades instrumentales y distribuciones de poder (no son agentes pasivos), lo hacen de manera condicionada a partir de un menú de alternativas situado y construido históricamente. En consecuencia, para esta vertiente “el orden en el que las cosas suceden afecta cómo suceden”.¹³⁰ La preferencia por ciertos arreglos institucionales va a afectar el margen de decisión para el futuro, ya que las mismas instituciones seleccionadas van a modificar las preferencias y estrategias de los individuos. Para esta literatura, el cambio institucional reside, pues, en esta relación simbiótica e histórica entre los actores y el contexto en el que se encuentran sumergidos; es decir, en la interacción entre los individuos institucionalizados y los entornos institucionales.¹³¹

¹²⁶ El concepto de isomorfismo institucional se refiere a la forma en la que las nuevas o cambiadas instituciones tienden a adoptar fórmulas institucionales ya aceptadas y consolidadas en el entorno donde surgen o se transforman (Paul DiMaggio y Walter Powell, “The Iron Cage Revisited: Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields” en P. DiMaggio y W. Powell (eds.), *The New Institutionalism in Organizational Analysis*, Chicago, University of Chicago Press, 1991, pp. 63-82).

¹²⁷ Kathleen Thelen, “Historical Institutionalism in Comparative Politics”, *Annual Review of Political Science*, 2 (1999), pp. 369-404; E. Immergut, “The theoretical core...”, art. cit. pp. 5-34;

¹²⁸ Colin Hay y Daniel Wincott, “Structure, Agency and Historical Institutionalism”, *Political Studies*, 46 (1998), p. 454.

¹²⁹ Kathleen Thelen y Sven Steinmo, “Historical Institutionalism in Comparative Perspective” en Sven Steinmo *et al.* (eds.), *Structuring Politics: Historical Institutionalism in Comparative Perspective*, Cambridge, University Press, 1992, p. 10.

¹³⁰ C. Hay y D. Wincott, art. cit., p. 955.

¹³¹ *Loc. cit.*

Así, el institucionalismo histórico utiliza las narrativas históricas para ver el efecto de la historia en las configuraciones sociales: cómo el pasado condiciona el futuro. Su objetivo último es analizar los elementos que moldean la configuración política a lo largo del tiempo¹³² e identificar las consecuencias producidas por la elección de ciertos arreglos institucionales en momentos históricos determinados. Dos herramientas conceptuales son especialmente relevantes para este propósito: la dependencia de camino y los encierres políticos (*lock-in*).

La dependencia de camino (*path dependency*) es un concepto originado en la historia de la tecnología,¹³³ cuyo argumento principal es que las acciones del pasado constriñen las decisiones futuras. Adoptada por estudios de ciencia política,¹³⁴ esta herramienta conceptual se utiliza en estudios institucionalistas históricos para explicar las fuentes de la estabilidad institucional.¹³⁵ El argumento central es el siguiente: una vez que los individuos se deciden por un arreglo institucional en un área de política pública determinada, el cual refleja relaciones de poder entre grupos en conflicto, los esquemas creados por éste se consolidarán y reproducirán para promover su persistencia y, ultimadamente, su “encierre” (*lock-in*) en la configuración política.¹³⁶

¹³² Orfeo Fioretos *et al.* (eds.), *The Oxford Handbook of Historical Institutionalism*, Oxford, Oxford University Press, 2016, p. 7.

¹³³ En 1985, Paul A. David introdujo este concepto para explicar el uso irreversible del teclado QWERTY. Su argumento consiste en que, a pesar de que el teclado QWERTY es ineficiente frente a su competencia (teclado Dvorak), su uso persiste debido a las inversiones iniciales y economías de escala que ya generó. Estos elementos provocaron un “encierre tecnológico”: el teclado QWERTY es la opción dominante y la entrada de alternativas al mercado está restringida (Paul A. David, “Clio and the Economics of QWERTY”, en Albert N. Link (ed.), *The Economic Theory of Invention and Innovation*, Cheltenham, Edward Elgar Publishing, 2008, pp. 463-468).

¹³⁴ Jürgen Beyer hace un análisis sobre las distintas maneras en las que las ciencias sociales han adoptado el término en “The Same or Not the Same. On the Variety of Mechanisms of Path Dependence”, *International Journal of Social Sciences*, 5(2010), pp. 971-981.

¹³⁵ De acuerdo con Guy Peters *et al.*, el institucionalismo histórico concibe a la creación y cambio de políticas públicas como procesos discretos caracterizados por periodos extensos de estabilidad (conocidos como dependencias de camino) y momentos turbulentos llamados “formativos” en su artículo “The Politics of Path Dependency: Political Conflict in Historical Institutionalism”, *The Journal of Politics*, 67(2005), p. 1276.

¹³⁶ Guy Peters, *Institutional Theory in Political Science. The “New Institutionalism*, Londres, Pinter Publisher, 1999, p. 64.

En la literatura, se identifican tres etapas en este proceso de consolidación institucional: preformación de la dependencia de camino, formación y el “encierre”.¹³⁷ En la primera fase, los individuos escogen un arreglo institucional específico y se ponen en marcha mecanismos (de los que hablo más adelante) que aseguren su permanencia. En la segunda, el arreglo comienza a afianzarse en el entorno y se constriñen las posibilidades de entrada a otras alternativas. Finalmente, en la tercera etapa, el arreglo institucional se fija (encierra) en el sistema político y adquiere un carácter cuasi-determinista.¹³⁸ En esta última etapa se entiende, pues, al “encierre” como la forma de conceptualizar los resultados de los procesos de las dependencias de camino.

El mecanismo causal no es obvio. Para que una dependencia de camino se consolide y emerja un “encierre” tienen que entrar en funcionamiento los llamados *retornos crecientes*, entendidos como “mecanismos autorrefirmantes o de retroalimentación positiva”,¹³⁹ que impiden (o hacen extremadamente difícil) el cambio. La idea que subyace en estos conceptos es que, una vez que se elige un arreglo institucional determinado, el precio de transformarlo (por otro distinto o más eficiente) incrementa con el tiempo.

Al igual que el concepto de dependencia de camino, los retornos crecientes tienen su origen en la historia de la tecnología. Específicamente, Brian Arthur identificó cuatro características en los sistemas tecnológicos que propician el surgimiento de los retornos crecientes: efectos de aprendizaje, economías de escala, expectativas adaptables y efectos de coordinación.¹⁴⁰ Los primeros se refieren a la acumulación de conocimiento y experiencia. Las economías de escala se relacionan con las altas inversiones iniciales que se hacen para desarrollar las tecnologías y la reducción de costos por unidad de producción a medida que el volumen de

¹³⁷ Georg Schreyögg y Jörg Sydow, “Understanding Institutional and Organizational Path Dependencies”, en Georg Schreyögg y Jörg Sydow (eds.), *The Hidden Dynamics of Path Dependence. Institutions and Organizations*, Nueva York, Palgrave Macmillan, 2010, pp. 5-8.

¹³⁸ *Ibid.*, p. 7.

¹³⁹ Paul Pierson, “Increasing returns, Path Dependence, and the Study of Politics”, *The American Political Science Review*, 94 (2000), p. 252.

¹⁴⁰ Brian Arthur, “Self-Reinforcing Mechanisms in Economics”, en Philip Anderson y Kenneth Arrow (eds.), *The Economy as an Evolving Complex System*, Nueva York, Addison-Wesley, 1988, p. 33.

productos aumenta. Las expectativas adaptables se refieren a la reducción a lo largo del tiempo de incertidumbre sobre la tecnología (lo que se puede esperar de ella) y, finalmente, los efectos de coordinación hablan del inevitable surgimiento de tecnologías complementarias; es decir, la aparición de nuevos productos que sólo sirven si operan con la tecnología original y, por lo tanto, son parte de los “costos hundidos”.

Los retornos crecientes van a variar de acuerdo con el arreglo institucional que estén reforzando. Cuando se habla de un entramado social o político, por ejemplo, una transición energética, pueden también surgir retornos crecientes de inversión, aprendizaje, coordinación, certidumbre institucional, legales, organizaciones complementarias,¹⁴¹ entre otros, los cuales son mecanismos inseparables de las organizaciones sociales y políticas que provocan inercia institucional. Los retornos crecientes legales, por ejemplo, se refieren a la tendencia que tienen los arreglos institucionales a robustecer su contenido mediante la creación de leyes, planes o programas¹⁴² para evitar ser desplazados por otros, aunque sean más eficientes.

En cuanto a las organizaciones complementarias, este tipo de retorno creciente se refiere a la predisposición que tienen los arreglos institucionales a crear nuevas organizaciones cuyo desempeño está directamente relacionado con el arreglo institucional original, configurando así una red de organizaciones que perpetúan la dependencia de camino en el sentido de que su supervivencia depende de la conservación del *statu quo*.

Para explicar los patrones de interacción entre las intervenciones de política pública (en este caso los proyectos relacionados con energías renovables a partir de la Reforma Energética en materia de electricidad de 2013) y el encierre de carbono en México, esta tesis identifica,

¹⁴¹ Hélène Trouvé *et al.*, “The Path Dependency Theory: Analytical Framework to Study Institutional Integration. The Case of France”, *International Journey of Integrated Care*, 10 (2010), p. 4.

¹⁴² John M. Olin, “Path Dependence in the Law: The Course and Pattern of Legal Change in a Common Law System”, *John M. Olin for Studies in Law, Economics, and Public Policy Working Papers*, 2003, p. 123 (documento de trabajo).

pues, seis tipos de retornos crecientes o barreras que exploro en la siguiente sección.¹⁴³ Cabe destacar que también se les llama barreras porque, por un lado, funcionan como refuerzos de la dependencia de camino; por otro, son claros obstáculos de entrada a alternativas.

DEPENDENCIA DE CAMINO, RETORNOS CRECIENTES Y TRANSICIONES ENERGÉTICAS

En los estudios de ciencias sociales sobre transiciones energéticas y descarbonización, cada vez se acude más a las aportaciones de esta literatura para explicar y solucionar la inercia que presentan los actuales arreglos institucionales vinculados con la energía.¹⁴⁴ La idea básica de estos nuevos análisis es que los sistemas energéticos y económicos se encuentran “encerrados” en el uso del carbono (*carbon lock-in*)¹⁴⁵ y, por lo tanto, la transición energética a fuentes alternativas de energía está obstruida por instituciones consolidadas y actores adversos al cambio.

En estas investigaciones, el “encierre de carbono” es consecuencia directa de la existencia de múltiples retornos crecientes tanto tecnológicos y económicos, cuanto institucionales y culturales.¹⁴⁶ Es decir, la construcción histórica de las instituciones diseñadas para explotar y distribuir los recursos obtenidos a partir de fuentes fósiles produjo un conjunto de retornos

¹⁴³ Para la clasificación de barreras, hice una revisión bibliográfica amplia. Se analizaron documentos tanto públicos, cuanto privados. Sobre todo, se reconoce la aportación que tuvieron el *Análisis de barreras para la instrumentación de tecnologías de baja intensidad de carbono y propuestas para su eliminación*, publicado por el Centro Mario Molina en 2014 y el reporte que la Agencia Europea de Medio Ambiente elaboró para analizar los casos de éxito en la Unión Europea (*Renewable energies: success stories*, Copenhagen, European Environment Agency, 2001). También véase M. Aklín y J. Urpelainen, art. cit., pp. 643-658; Staffan Jacobsson y Vokmar Lauber, “The Politics and Policy of Energy System Transformation: Explaining the German Diffusion of Renewable Energy Technology”, *Energy Policy*, 34 (2006), pp. 256-276; James McNerney, *et al.*, “Historical Costs of Coal-fired Electricity and Implications for the Future”, *Energy Policy*, 39 (2011), pp. 3042-3050.

¹⁴⁴ Véase, por ejemplo, G. Unruh, art. cit.; S. Bernstein y M. Hoffman, art. cit.; Matthew Lockwood *et al.*, “Historical Institutionalism and the Politics of Sustainable Energy Transitions: A Research Agenda”, *Environment and Planning. Government and Policy*, 2016, pp. 312-333; Johan Munck *et al.*, “Institutional Inertia and Climate Change: A Review of the New Institutional Literature”, *Wiley Interdisciplinary Reviews. Climate Change*, 5 (2014), pp. 639-648.

¹⁴⁵ Este concepto fue introducido por Gregory C. Unruh, para explicar la permanencia de las infraestructuras basadas en el uso de combustibles fósiles en los sistemas energéticos alrededor del mundo (su artículo “Understanding Carbon lock-in”, *Energy Policy*, 28 (2000), pp. 817-830).

¹⁴⁶ G. Unruh, art. cit., p. 817.

crecientes —una industria de carbono, un arreglo fiscal, un conjunto de políticas, una cultura—, los cuales deben identificarse y superarse para promover una transición energética. Los países industrializados han hecho, pues, inversiones masivas en tecnologías e infraestructuras relacionadas con la extracción y transformación de los combustibles fósiles, al mismo tiempo que han fomentado el surgimiento de prácticas e instituciones sociales que refuerzan y promueven su uso. Son recursos, empleos, capital físico y humano, invertidos en un sector específico, que si se desplazan afectarían un conjunto de intereses creados y reflejados en instituciones.

El sistema de transporte automovilístico es un buen ejemplo para mostrar cómo los retornos crecientes pueden alimentar el encierre de carbono. El uso de gasolina es reforzado 1) económicamente: hay industrias enteras dedicadas a la manufactura y venta de autos, venta y distribución de combustible; 2) tecnológicamente: diseño y construcción de carreteras, semáforos e infraestructura de extracción de petróleo; 3) culturalmente: percepción del automóvil como instrumento de libertad y expresión personal;¹⁴⁷ y 4) políticamente: el gobierno apoya proyectos de infraestructura carretera para el uso de automóviles y subsidia gasolinas.

A pesar de que los entramados institucionales actuales están estructurados de tal forma que las alternativas (otras fuentes de energía) están en desventaja, “las condiciones actuales de cuasi-equilibrio no son necesariamente permanentes”.¹⁴⁸ Debido a las ya mencionadas consecuencias negativas que el “encierre de carbono” está teniendo sobre el medio ambiente y la disponibilidad de hidrocarburos, los estudios sociales sobre transiciones energéticas han orientado sus esfuerzos a identificar mecanismos de desbloqueo y transformación

¹⁴⁷ Véase *ibid.*, p. 819; S. Bernstein y M. Hoffman, art. cit., p. 11; Patrick A. Driscoll, “Breaking Carbon Lock-In: Path Dependencies in Large-Scale Transportation Infrastructure Projects”, *Practice, Planning and Research*, 29 (2014), pp. 317-330

¹⁴⁸ Gregory Unruh, “Escaping Carbon Lock-in”, *Energy Policy*, 30 (2002), p. 318.

institucional.¹⁴⁹ Sin embargo, el problema con esta forma de aproximación es que, usualmente, se compromete con la prescripción. Es decir, desde una perspectiva comparada, se busca identificar un conjunto de “mejores prácticas internacionales” —una fórmula— para resolver el problema, sin considerar el entorno político y el contexto histórico (los cuales configuran los retornos crecientes). Esta investigación tiene una aproximación distinta.

El objetivo de esta investigación es doble: primero, elaborar un esbozo histórico para explicar el origen y las características de las instituciones que sostienen el encierre de carbono en México, desde la dimensión cultural del uso de combustibles fósiles hasta los arreglos fiscales basados en carbono; segundo, identificar, analizar y explicar los retornos crecientes inmersos en el entramado institucional mexicano del sector eléctrico que refuerzan el arreglo y bloquean el cambio. No se ofrece un argumento prescriptivo: más que utilizar ejemplos del pasado para proponer políticas que detonen el cambio, propongo un marco analítico basado en el institucionalismo histórico, que identifica el origen y características de los mecanismos que operan dentro de los arreglos institucionales cuando una intervención disruptiva —es decir un proyecto que busca romper el “encierre de carbono”— entra al sistema. Con base en los conceptos de dependencia de camino y encierre de carbono, ofrezco un análisis empírico de las instituciones (sus orígenes y sus efectos) diseñadas e implementadas con la Reforma Energética de 2013, para esbozar un diagnóstico de las políticas públicas orientadas a promover la transición energética.

Durante la elaboración de esta investigación, encontré distintos tipos de barreras similares en el análisis de las reglas del juego. Para simplificar la exposición de los hallazgos, las

¹⁴⁹ El estudio de Cashore, *et al.*, desarrolla, por ejemplo, un enfoque de razonamiento aplicado hacia el futuro (*applied forward reasoning*). Su objetivo es proponer políticas detonadoras de cambio a partir del estudio de lógicas causales pasadas (su artículo, “Overcoming the Tragedy of Super Wicked Problems: Constraining our Future Selves to Ameliorate Global Climate Change”, *Policy Science*, 45 (2012), pp. 123-152).

agrupé en seis grupos —los cuales se presentan en cada una de las instituciones analizadas— de acuerdo con el tipo de retornos crecientes o limitaciones de política que representan:

Barreras políticas y de planeación estratégica: qué tantos apoyos políticos reciben las intervenciones disruptivas —en este caso, políticas orientadas a aumentar la participación de energías renovables en la generación de electricidad en México— frente a los arreglos institucionales establecidos; la presencia o inexistencia de planes específicos de corto, mediano y largo plazo, no sólo para marcar metas, sino para establecer los mecanismos de cumplimiento.

Barreras económicas y financieras: obstáculos relacionados con altos costos de entrada, “costos hundidos” y grandes inversiones iniciales en el diseño e implementación de proyectos de energías renovables; condiciones de competencia desfavorable entre las energías renovables y los proyectos de energía basados en el uso de fuentes de energía más convencionales como petróleo y gas natural.

Barreras legislativas: posibilidades legales de acceso al mercado energético para los productores de electricidad a partir de energías renovables; protección u otros mecanismos jurídicos para defender los intereses inmersos en los sistemas basados en el uso intensivo de carbono; falta de marcos legales y planes de desarrollo vinculantes que apoyen el desarrollo de energías renovables.

Barreras fiscales: (des)incentivos dentro de los arreglos fiscales para promover o limitar la participación de distintas fuentes de energía; externalidades negativas asociadas al uso intensivo de carbono (si se contemplan o no en los mecanismos fiscales).

Barreras tecnológicas: disposición actual, conocimiento y accesibilidad de tecnologías bajas en carbono, así como al apoyo que reciben para su desarrollo; presencia de técnicos especializados en energía que señalen las oportunidades y lugares potenciales de generación y transmisión; posición desfavorable por características tecnológicas inherentes a ciertas tecnologías de generación.

Barreras sociales/culturales: ideas, tradiciones, intereses políticos y sociales que propician que unas fuentes de energía se valoren más que otras; resistencia al cambio institucional por aversión al cambio de prácticas y rutinas sociales.

INSTITUCIONES, CAMBIO Y POLÍTICAS PÚBLICAS

Este trabajo se aparta de las visiones estrechas de los estudios de transiciones energéticas que se centran solamente en los aspectos económicos y técnicos de su implementación. El diseño de esquemas de incentivos idóneos no es suficiente para asegurar transformaciones políticas complejas: es necesario incluir los intereses creados, los obstáculos legales, las consecuencias fiscales y económicas, así como los detalles técnicos de las distintas fuentes para elaborar una estrategia integral de transición energética. Para hacer una contribución significativa en los estudios del ámbito eléctrico mexicano, se requiere analizar la política inmersa en los procesos de cambio institucional desde una perspectiva de administración pública: concentrarse en los efectos concretos que tienen reglas, leyes y políticas en procedimientos orientados a alcanzar objetivos determinados.

En esta investigación, los instrumentos de política planteados en la Reforma Eléctrica se conciben como parte de arreglos institucionales: limitaciones sociales, políticas, económicas y legales para regular las interacciones humanas en un ámbito específico y se analizan sus antecedentes históricos. Para hacer un diagnóstico acertado del funcionamiento de estos instrumentos y su configuración histórica, utilizo las aportaciones teóricas del institucionalismo histórico para explicar cómo las energías renovables tienen participación limitada en un sistema energético que depende del uso de hidrocarburos. Las ventajas de esta aproximación teórica permiten visibilizar de manera explícita un conjunto de obstáculos de política, identificarlos y relacionarlos con su contexto institucional. Además, ofrece una visión más integral pues se incorporan varios niveles de análisis simultáneamente: legal, organizacional, político, económico.

Por ejemplo, ver más allá del aspecto formal de leyes y reglamentos (la intención legal de aumentar la participación de energías renovables) e inscribirlos en contextos institucionales más amplios: identificar sus efectos potenciales, ganadores y perdedores, sus capacidades de cambio y qué intereses reflejan. En ese sentido, utilizo el marco normativo para hacer una lectura multidimensional de los mecanismos para promover la participación de energías renovables en el sector eléctrico. Cada elemento en el arreglo institucional energético del país tiene una relación con el encierre de carbono: lo combate o lo refuerza. Una lectura institucionalista de estas relaciones permite estimar el alcance y el papel que desempeñan dentro del proceso de transición energética.

Como se explica en la siguiente sección, con base en las aportaciones teóricas del nuevo institucionalismo histórico fue posible identificar las variables pertinentes y sistematizar la información obtenida en entrevistas, fuentes bibliográficas y hemerográficas. Debido a que se trata de una reforma reciente, las publicaciones académicas sobre el tema son escasas, por lo que fue indispensable elaborar un marco de interpretación flexible, amplio, que no limitara las respuestas de los entrevistados a temas precisos, pero que permitiera esbozar patrones y tendencias de política en el sector y clasificar los retornos crecientes en los seis grupos que mencioné anteriormente.

METODOLOGÍA

Como menciona Lezama, hay un vínculo importante entre teorías, metodologías y métodos.¹⁵⁰ Las teorías ofrecen explicaciones para problemas de investigación empírica; las metodologías definen cómo se formulan las preguntas de investigación y los alcances de posibles respuestas, y los métodos son las técnicas concretas con las que se obtiene información empírica. Es decir, hay ciertas afinidades entre métodos, metodologías y teorías, que permiten ofrecer explicaciones coherentes y plausibles de fenómenos sociales.

Esta investigación se apoya en las aportaciones conceptuales del nuevo institucionalismo histórico. Sin embargo, como señala Steinmo, “el institucionalismo histórico no es una teoría particular ni tampoco un método particular. Se entiende mejor como una *aproximación* al estudio de la política”.¹⁵¹ El estudio de las instituciones es una corriente dentro de la ciencia política que retoma diversas aportaciones teóricas —desde los clásicos hasta su consolidación en la academia norteamericana de la posguerra— para diseñar una estrategia de investigación empírica. Así, mientras que para algunos autores es una aproximación “anticuada”, para otros es la reivindicación del estudio clásico de la política como construcción histórica.¹⁵² No hay, pues, una metodología y métodos establecidos claramente en la literatura para hacer estudios de institucionalismo histórico. De hecho, ni siquiera todos los argumentos sobre instituciones son institucionalistas, pues, aunque aluden a reglas y pautas reiteradas de conducta, centran la explicación causal en variables extrainstitucionales (condiciones materiales o ideacionales),¹⁵³ por lo que la diversificación metodológica es aún mayor.

¹⁵⁰ José Luis Lezama, *La construcción social y política del medio ambiente*, México, El Colegio de México, 2008, p. 84.

¹⁵¹ Sven Steinmo, “Historical Institutionalism”, en Donatella Della Porta y Michael Keating (eds.), *Approaches and Methodologies in the Social Sciences: A Pluralist Perspective*, Cambridge, University Press, 2012, p. 118.

¹⁵² *Ibid.*, p. 123.

¹⁵³ Craig Parsons, *How to Map Arguments in Political Science*, Oxford, University Press, 2007, p. 66.

Un argumento institucionalista sostiene, a grandes rasgos, que la construcción intersubjetiva de un conjunto de reglas y pautas de conducta conduce a las personas en ciertas direcciones en momentos posteriores —la dependencia de camino. Debido a la herencia de un camino institucional de obstáculos, los actores enfrentan un arreglo institucional consolidado (que a veces se interpreta como un encierro) y restricciones explícitas que orientan su conducta.¹⁵⁴

Como se mencionó arriba, las tres corrientes de los estudios neoinstitucionalistas coinciden parcialmente en cuál es su objeto de estudio. Las diferencias básicas que las distinguen son 1) cómo explican la interacción entre instituciones e individuos, 2) cómo surgen y 3) por qué se mantienen en el tiempo. Cada aproximación teórica supone lógicas de explicación causal distintas, por lo que el tipo de evidencia que se requiere —y los métodos para obtenerla y procesarla— cambian. Una explicación enmarcada en el institucionalismo sociológico requiere evidencia sobre las percepciones de los actores de las reglas compartidas, cómo se construyen socialmente sus preferencias, y cómo la cultura, rituales, ceremonias y estructuras dan sentido a las acciones sociales en un entramado institucional determinado. En ese sentido, los métodos más adecuados para obtener esa información probablemente incluirían entrevistas a profundidad, observación participante o análisis de discurso. En el institucionalismo racionalista, que parte de la idea de que las instituciones inducen decisiones que mantengan un equilibrio óptimo entre los actores (por lo cual se conservan en el tiempo sin choques exógenos), se requieren análisis de los costos y beneficios potenciales de seguir o no reglas, procedimientos y arreglos establecidos. El origen de las instituciones es un reflejo de las preferencias preexistentes (exógenas) de los actores que las diseñan, por lo que el simple análisis del arreglo institucional —su contenido— es suficiente para explicar su origen, y el supuesto de racionalidad maximizadora elimina la complejidad de la agencia individual de los actores. Los métodos más adecuados para

¹⁵⁴ *Ibid.*, p. 67.

obtener esta información son las reglas del juego explícitas dentro del entramado institucional: analizar las instituciones (leyes, reglamentos, procedimientos), cómo constriñen a los actores (teoría de juegos, análisis econométricos) y sus efectos políticos.

Como mencioné en el capítulo anterior, en las explicaciones enmarcadas en el institucionalismo histórico, las instituciones son construcciones históricas que reflejan relaciones de poder e intereses diversos. Las decisiones en las primeras etapas de construcción son contingentes y crean patrones de relaciones, interacciones y decisiones de asignación de recursos, los cuales se refuerzan mutuamente y restringen el margen de maniobra para decisiones futuras: la dependencia de camino. Para mostrar este fenómeno en una explicación neoinstitucionalista, se requiere esbozar una narrativa histórica que se extienda en el tiempo (no únicamente explicar la situación presente como producto de procesos históricos),¹⁵⁵ para después mostrar las complejidades de romper con esa inercia institucional y los efectos políticos de intervenciones disruptivas. La explicación requiere, pues, de una demostración en dos etapas: primero es necesario documentar el origen histórico de las instituciones, los patrones de restricciones e incentivos que emanaron de ellas (mostrar qué conductas y decisiones recientes están condicionadas por la dependencia de camino); segundo, se necesita mostrar que la interacción entre individuos e instituciones es compleja y contingente, y los actores maniobran entre arreglos institucionales distintos (y a veces en conflicto) para cumplir sus objetivos.

Por lo tanto, para la primera etapa de explicación, los métodos más adecuados para elaborar una narrativa histórica del arreglo institucional son la revisión de fuentes primarias y secundarias de información empírica (revisión hemerográfica, literatura secundaria, memorias), y su interpretación dentro del marco teórico esbozado arriba. En la segunda etapa, para conocer cómo los actores perciben las restricciones institucionales, cómo interpretan las barreras y retornos crecientes en un intento coordinado por romper con la inercia institucional, el método

¹⁵⁵ C. Parsons, *op. cit.*, p. 72.

más adecuado es hacer entrevistas semiestructuradas. A partir de las cuales se obtiene información en términos comparables, la percepción de distintos actores sobre los mismos asuntos (y la manera en que las instituciones se construyen socialmente), además de información adicional sobre prácticas concretas en el sector.

Por lo tanto, el diseño metodológico de esta tesis está orientado a atender los objetivos de investigación: 1) mostrar la existencia del *carbon lock-in* como construcción histórica, social, y como conjunto de barreras institucionales explícitas para la introducción de energías renovables; y 2) cómo el encierre de carbono y el entramado institucional restringen los márgenes de maniobra de los actores interesados en promover la participación de energías renovables en el sector eléctrico de México.

Para obtener la información necesaria, hice 30 entrevistas semiestructuradas (ANEXO I) a personas que, por su orientación profesional, se pueden clasificar en tres grandes grupos: 1) funcionarios públicos (CFE, CRE, SENER, CENACE, SEMARNAT, CONUEE); 2) actores en el sector privado (Acciona, ALARDE, AMES, AMDEE, ASOLMEX); y 3) académicos (INEEL [antes IIE], IER, CIDAC, ITAM, Centro Mario Molina).¹⁵⁶ Las entrevistas se hicieron con dos objetivos principales: primero, para conocer las percepciones de distintos grupos sobre su participación en los procesos de implementación de políticas relevantes en el sector eléctrico, sus experiencias concretas frente a barreras de distintos tipos y sus estrategias para superarlas; segundo, como método de recolección de información primaria, pues al trabajar directamente en un proceso sobre el que hay muy pocas publicaciones disponibles (es muy reciente), su conocimiento técnico, político y procedimental fue de gran utilidad para la elaboración de esta investigación. En cuanto a los procesos decisorios, las entrevistas fueron una fuente de información sumamente valiosa, debido a que muestran de manera clara cómo la interacción entre actores e instituciones es compleja, contingente y situada históricamente. A partir de estas interacciones, es posible

¹⁵⁶ Para una relación de las personas entrevistadas, véase el ANEXO II.

conceptualizar actores singulares, con formaciones profesionales distintas, que se desenvuelven en un entorno legal y político determinado: se busca comprender cómo se relaciona el entrevistado con su contexto institucional y qué estrategias adoptó para perseguir sus intereses.

Por otra parte, para reconstruir el entramado institucional en el que maniobran los actores, hice un análisis detallado del contenido de las reglas y procedimientos diseñados para promover la participación de energías renovables: publicaciones académicas arbitradas, publicaciones gubernamentales (informes, presentaciones), documentos internos (manuales de operación, programas sectoriales y nacionales, planes de trabajo), revisión del marco legal y marcos legales internacionales. De esta manera, se pueden entender los objetivos de política pública en sus propios términos, las estrategias que se adoptan para alcanzarlos, y los obstáculos concretos, construidos históricamente, que se enfrentan en el camino.

CONSTRUCCIÓN DE LA DEPENDENCIA DE CAMINO Y EL “ENCIERRE” DE CARBONO EN MÉXICO

En México, el encierre de carbono se puede concebir si se repasa el papel que desempeñó la industria de hidrocarburos en los procesos históricos de construcción del Estado mexicano posrevolucionario a lo largo del siglo XX.¹⁵⁷ En ese sentido, en este capítulo, ofrezco la primera etapa del argumento esbozado arriba: pretendo mostrar la configuración del *carbon lock-in* como construcción histórica, política y social, que finalmente se tradujo en un conjunto de barreras institucionales explícitas para la introducción de energías renovables en el sector eléctrico mexicano. Mediante un esbozo histórico de los actores relacionados con el uso de hidrocarburos, las instituciones y sus trayectorias, presento una narrativa en la que se entretujan decisiones pasadas para construir una trayectoria determinada.

PREFORMACIÓN, FORMACIÓN Y ENCIERRE DE CARBONO EN MÉXICO

Era viernes cerca de las 10 de la noche cuando John MacVeagh, segundo secretario de la embajada estadounidense en México, llamó por teléfono al entonces embajador Daniels para que encendiera su radio y escuchara al presidente Lázaro Cárdenas anunciar una de las decisiones más importantes de la historia de México: la expropiación petrolera. Durante más de treinta años, las empresas estadounidenses y angloholandesas habían actuado con completa libertad dentro de un esquema de concesiones para explotar de manera “irracional” los yacimientos

¹⁵⁷ Aunque la historia de los hidrocarburos en México se puede rastrear hasta el siglo XVIII, cuando por primera vez se regula su uso mediante las “Reales Ordenanzas para la Minería de la Nueva España” (José Camacho Morales, *El nuevo Pemex*, México, Subdirección Técnica Administrativa de Petróleos Mexicanos, 1983, pp. 15-16), esta sección comienza con la expropiación petrolera porque lo que me interesa es analizar las decisiones que configuraron el arreglo institucional actual, por lo que comenzar con el Estado posrevolucionario es lo más pertinente.

petroleros en México¹⁵⁸ —perforaban de manera descuidada los pozos causando incendios forestales, provocaban daños a las comunidades y el medio ambiente, y, sobre todo, ofrecían malas condiciones laborales a los trabajadores mexicanos—, lo que llevó a que en 1935, se constituyera formalmente el Sindicato de Trabajadores Petroleros de la República Mexicana (STPRM), que un año después presentaría a las empresas mexicanas y extranjeras un “Contrato Colectivo de Aplicación General”, en el cual exigían mejores salarios y condiciones laborales.¹⁵⁹

Las negociaciones entre el sindicato y las compañías petroleras estuvieron, desde un inicio, llenas de conflicto, con amenazas de huelga general y persecución constante de líderes sindicales. En ese contexto, el presidente Cárdenas pidió que “sin necesidad de recurrir a medios extremos”, se resolviera el conflicto pronto en beneficio de todos los involucrados. Sin embargo, la huelga general estalló y Cárdenas intervino para convencer a los trabajadores de regresar a sus labores a cambio de prometerles justicia en el ámbito laboral. El Grupo Especial Número 7 de la Secretaría del Trabajo (ST) emitió entonces una resolución a favor de los derechos de los trabajadores petroleros, en la que se obligaba a las compañías a aumentar los salarios de los trabajadores, sus prestaciones y derechos de asociación. No obstante, las compañías petroleras se opusieron a acatarla y promovieron un amparo que llegaría hasta la Suprema Corte cuyo fallo fue favorable para los trabajadores. Después de varios intentos informales de negociación entre el gobierno mexicano, el STPRM —apoyado por la CTM creada en 1936— y las compañías petroleras, estas últimas decidieron no acatar la resolución de la Suprema Corte e iniciaron una campaña abierta en contra del gobierno mexicano,¹⁶⁰ lo que llevó al entonces presidente Cárdenas a incautar, después de días de negociaciones privadas fallidas con los representantes de las 17 empresas extranjeras, todas las propiedades petroleras bajo la *Ley de Expropiación*.

¹⁵⁸ José Rivera Castro, “La expropiación petrolera. Raíces históricas y respuestas de los empresarios extranjeros”, *Casa del Tiempo*, 8 (2008), p. 3.

¹⁵⁹ J. Camacho Morales, *op. cit.*, pp. 50-53.

¹⁶⁰ *Ibid.*, p. 57.

Si bien desde principios del siglo XX los hidrocarburos se empezaron a consolidar como la fuente principal de energía en todo el mundo, en su discurso de aquella noche, Cárdenas reconoció por primera vez el papel estratégico de los combustibles fósiles no sólo para la economía nacional, sino para todo el funcionamiento de la vida social —incluso para la conservación de la paz:

[...] una producción insuficiente de combustible para las diversas actividades del país, entre las cuales se encuentran algunas tan importantes como las de transporte, o una producción nula o simplemente encarecida por las dificultades, tendría que ocasionar, en breve tiempo, una *situación de crisis incompatible no sólo con nuestro progreso, sino con la paz misma de la nación*; paralizaría la vida bancaria; la vida comercial en muchísimos de sus principales aspectos; las obras públicas que son de interés general se harían poco menos que imposibles y la *existencia del propio Gobierno se pondría en grave peligro*, pues perdido el poder económico por parte del Estado, se perdería asimismo el poder político produciéndose el caos.¹⁶¹

Concebida como una defensa de la soberanía y los intereses populares y nacionales, la expropiación fue, pues, un punto de inflexión en la historia institucional, política y social del país.

A partir de 1938, hablar de petróleo e hidrocarburos en México era sinónimo de hablar de nacionalismo, de la patria, pero también de desarrollo económico, conquistas laborales, de política y de liquidez gubernamental: soberanía y dignidad nacional. Lo que en un momento significó la defensa de los intereses laborales de los trabajadores petroleros —una decisión coyuntural— configuró los márgenes de maniobra para un conjunto de decisiones futuras sobre áreas de política pública inesperadas como seguridad nacional, electricidad, transporte, crecimiento económico, la idea de mexicanidad, entre otras. En palabras del profesor Aboites: “Fue entonces cuando la idea de nación cobró gran vigor, quizá como nunca en la historia del país”.¹⁶² Aunque en el momento de la expropiación los actores involucrados sabían que la

¹⁶¹ Lázaro Cárdenas, “Discurso pronunciado con motivo de la Expropiación Petrolera”, Palacio Nacional, Ciudad de México, 18 de marzo de 1938.

¹⁶² Luis Aboites Aguilar, “El último tramo, 1929-2000, en Pablo Escalante *et al.*, *Nueva historia mínima de México*, México, El Colegio de México, 2010, p. 268.

decisión tendría consecuencias significativas a corto plazo (crisis económica, descontento internacional, etc.), casi todos los sectores sociales en México, desde la Iglesia hasta el empresariado, apoyaron la respuesta del gobierno. Sin embargo, no se tenía una idea clara de las implicaciones políticas, económicas, sociales e institucionales que tendría (y tuvo) en la construcción del Estado mexicano y, específicamente, el sector energético nacional.

La expropiación petrolera y las decisiones consecuentes conformaron, pues, la *pre-formación y formación* de la dependencia de camino y los inicios del *carbon lock-in* en México. En cuanto los recursos fósiles (petróleo, gas natural, entre otros) pasaron a manos del Estado, las demandas en la industria comenzaron a moldear el arreglo institucional en el país y la evolución de la economía. Para administrar y manejar el cambio que implicaba la expropiación se tuvieron que diseñar organismos, construir edificios, redactar documentos de planeación, promulgar leyes secundarias, capacitar y adquirir conocimientos —todo dentro del Estado. Con el paso de los años, el entramado institucional mexicano basado en el uso de hidrocarburos fue adquiriendo una configuración estable, rígida y cada vez más difícil de revertir: aumentaron las inversiones, el arraigo sentimental, la dependencia económica, el personal capacitado, la infraestructura y las organizaciones complementarias, tales como los institutos de investigación, los hospitales, etc. En otras palabras, entraron en funcionamiento los ya llamados retornos crecientes: mecanismos de retroalimentación del arreglo institucional dominante. En las siguientes tres secciones exploro los más relevantes: la "petrolización" de las finanzas públicas, el diseño de organizaciones y expansión de la importancia de los hidrocarburos a otras áreas de política pública y, finalmente, la dimensión simbólica de los hidrocarburos en México.

La "petrolización" de las finanzas públicas

La paradoja de la abundancia —también conocida como la "maldición de los recursos"— se refiere a la idea de que la disponibilidad amplia de recursos naturales, sobre todo recursos no

renovables como los hidrocarburos, puede llegar a tener efectos perversos en el desarrollo económico, fiscal y por lo tanto, político de un país.¹⁶³ La lógica es la siguiente: debido a que el acceso a las rentas petroleras es relativamente fácil, una vez que un país comprueba la existencia de recursos en su territorio, éste tiene pocos incentivos para buscar otras fuentes de crecimiento y financiamiento público. El argumento es contraintuitivo, porque suele pensarse que hay una relación directa entre recursos disponibles y desarrollo económico. Sin embargo, hay suficiente evidencia internacional¹⁶⁴ para afirmar que la abundancia de recursos petroleros, más que ser benéfica para el desarrollo y crecimiento económico en el largo plazo, tiende a provocar el surgimiento, en menor o mayor medida, de naciones-pozo con gobiernos rentistas y economías vulnerables: los ingresos extraordinarios provenientes de la extracción petrolera desestiman fuertemente la diversificación económica y la recaudación fiscal al mismo tiempo que incentivan la expansión “irresponsable” del gasto gubernamental.¹⁶⁵

México no es la excepción. Si bien la dependencia fiscal a los hidrocarburos no se institucionalizó de forma automática —desde la expropiación y hasta mediados de los años setenta la industria se orientó principalmente a satisfacer la demanda interna de combustibles— a partir de 1973 comenzó la llamada “petrolización” de las finanzas públicas. Durante las cuatro décadas posteriores a la nacionalización, más que ser una fuente de ingresos directos para el gobierno, el petróleo impulsó el proceso de industrialización del país, dentro de la política de sustitución de importaciones. Sin embargo, para finales de la década de los años sesenta, el papel de los hidrocarburos dentro de la economía cambió radicalmente: pasaron de ser recursos promotores de desarrollo a ser el núcleo económico del país.

¹⁶³ John L. Almond, “The Resource Curse and Oil Revenues in Angola and Venezuela”, *Science & Society*, 75 (2011), p. 352.

¹⁶⁴ En su libro *The Paradox of the Plenty: Oil Booms and Petro-States*, Terry Karl examina los casos de Venezuela, Indonesia, Irán, Nigeria, Algeria e Indonesia (*Berkeley, University of California Press, 1997*).

¹⁶⁵ Marcos Kaplan, “Petróleo y desarrollo: el impacto interno”, *Foro Internacional*, 21 (1980), p. 88.

Dos acontecimientos simultáneos explican este proceso de petrolización. En primer lugar, se encuentran los desequilibrios macroeconómicos y la crisis de la balanza de pagos de 1976.¹⁶⁶ Con el agotamiento del modelo de “desarrollo hacia adentro” inició un ciclo de desaceleración económica y, por primera vez después de 30 años de autosuficiencia económica, en 1970 la balanza de pagos se volvió deficitaria. La respuesta gubernamental a esta desaceleración fue la expansión del gasto público y la creciente intervención estatal sin crear una base tributaria sólida para sostener ese gasto en el largo plazo.¹⁶⁷ Esta estrategia se derrumbó en 1976 cuando, como reacción a las políticas expansivas del gobierno de Echeverría y su discurso de redistribución desde el Estado, se desencadenó una crisis económica detonada por la fuga de capitales del sector privado y la consecuente inflación.

En segundo lugar, la convergencia de dos eventos independientes a mediados de la década de los años setenta —el aumento del precio internacional de crudo provocado por la escasez mundial de petróleo y el descubrimiento de grandes yacimientos en México (Cantarell) — ocasionaron que, en lugar de ajustarse a la escasez provocada por la crisis, el gobierno se dedicara a “administrar la abundancia”.¹⁶⁸ Si bien la recesión económica era una oportunidad para promover una estrategia austera de crecimiento, los ingresos extraordinarios provenientes de las nuevas exportaciones de hidrocarburos se tradujeron en un aumento excesivo del gasto y una política fiscal expansiva financiada en parte con crédito externo —había tasas de interés muy

¹⁶⁶ Nora Lustig, *México. Hacia la reconstrucción de una economía*, México, El Colegio de México-FCE, 2002, pp. 46 y 47.

¹⁶⁷ Hay varias razones que podrían explicar la ausencia de una reforma tributaria durante estos años. Una explicación posible es el poco capital político que tenían los gobiernos de esos años después de las movilizaciones estudiantiles de 1968 y la crisis agrícola de 1965.

¹⁶⁸ Esta es una frase a menudo usada por el presidente López Portillo, quien al enterarse del significativo aumento de las reservas petroleras y el precio internacional de crudo le anunció al país que tenía que prepararse “para administrar, ya no sólo problemas y miserias, sino para administrar la abundancia” (José López Portillo, “Discurso pronunciado en la presentación de su Sexto Informe de Gobierno”, Ciudad de México, 1 de septiembre de 1982).

favorables.¹⁶⁹ Abrumado por la abundancia de combustibles fósiles, el gobierno mexicano decidió volver al Estado el promotor de la economía en México.

No obstante, detrás de esta estrategia de crecimiento basada en la expansión del gasto público había serios problemas. En primer lugar, el aumento de responsabilidades económicas del Estado no se tradujo en un aumento de la base fiscal. Por el contrario. A partir de una mala lectura de los futuros precios de crudo, el gobierno mexicano decidió financiar el creciente déficit fiscal con cantidades considerables de deuda externa, la cual se volvió incontrolable para 1982.¹⁷⁰ En segundo lugar, las exportaciones no petroleras se estancaron y el crecimiento industrial se rezagó considerablemente debido, principalmente, a la apreciación real del tipo de cambio y al poco desarrollo tecnológico.¹⁷¹ Para 1981 las exportaciones petroleras representaban 76% de las exportaciones totales,¹⁷² lo que transformó a México en un país petrolizado y vulnerable cuyo equilibrio de la balanza corriente dependía de las exportaciones (y los precios) de los hidrocarburos.

Cuando a mediados de 1981 los precios internacionales de crudo cayeron dramáticamente, no había ninguna medida que amortiguara o protegiera a la economía mexicana: automáticamente la cuenta corriente alcanzó un déficit histórico de 16 mil millones de dólares, que el gobierno fracasó en corregir rápidamente. Reinaba la incertidumbre y frente a la incapacidad de las autoridades para calmar los temores de una crisis, comenzó una fuga de capitales que, por un lado, haría mucho más difícil el ajuste futuro, pues el gobierno se endeudó por encima de sus capacidades¹⁷³ y, por el otro, llevaría al presidente López Portillo a tomar dos

¹⁶⁹ Tania Rabasa, *Estado y auges petroleros. El caso de México*, tesis de maestría, El Colegio de México, 2009.

¹⁷⁰ Manuel Gollas, *México, crecimiento con desigualdad y pobreza. De la sustitución de importaciones a los tratados de libre comercio con quien se deje*, documento de trabajo, El Colegio de México, 2003, p. 24

¹⁷¹ Un efecto conocido de este tipo de auges es que el aumento de la demanda agregada interna genera aumentos de precios y en consecuencia un apreciación real del tipo de cambio. Esto perjudica las exportaciones y provoca una sustitución de importaciones “injustificada”, (N. Lustig, *op. cit.*, p. 53).

¹⁷² Francisco Colmenares, “Petróleo y crecimiento económico en México 1938-2006”, *Economía UNAM*, 5(2008), p. 57.

¹⁷³ N. Lustig, *op. cit.*, pp. 52-53.

decisiones radicales, que dañarían gravemente la confianza de la inversión privada en México a largo plazo: el control generalizado de cambios y la nacionalización de la banca.¹⁷⁴

A pesar de que la catástrofe macroeconómica de 1982 mostró los graves peligros de la petrolización de las finanzas públicas, el aporte de los ingresos petroleros a la cuenta pública siguió siendo muy relevante: todavía en 2013 el sector hidrocarburos representó 31.4% de los ingresos gubernamentales.¹⁷⁵ Si bien durante los seis años posteriores a la crisis se lograron corregir los principales desequilibrios macroeconómicos (se redujo considerablemente el déficit fiscal), no se hizo mediante el fortalecimiento de los ingresos fiscales no petroleros. Las autoridades dedicaron sus esfuerzos a recortar severamente el gasto gubernamental (se privatizaron más de mil entidades paraestatales).¹⁷⁶ No obstante, el carácter rentista del Estado —que prevalece hasta la fecha— permaneció inmutable. El problema de la dependencia fiscal estructural de los ingresos por hidrocarburos ya era (y sigue siendo) una parte integral del funcionamiento de la economía mexicana.

Entramado institucional basado en la explotación y uso de hidrocarburos dentro y fuera de la industria

Las implicaciones de la expropiación no se limitaron a la esfera económica. Además de incentivar la aparición de mecanismos específicos de desarrollo (gasto expansivo, sistema tributario débil, poca producción interna, entre otros), la gran disponibilidad de hidrocarburos y la necesidad por explotarlos estructuró históricamente el arreglo institucional en México.

Para enfrentar las responsabilidades adquiridas a partir de la nacionalización de los recursos petroleros, el 7 de junio de 1938 se creó Petróleos Mexicanos (Pemex), una institución

¹⁷⁴ Soledad Loaeza, *Las consecuencias políticas de la expropiación bancaria*, México, El Colegio de México, 2008, p. 13.

¹⁷⁵ Verónica Michel Gutiérrez, “La renta petrolera en las finanzas públicas de México”, México, Centro de Investigación Económica y Presupuestaria, 2013. Disponible en <https://goo.gl/Q7JLXQ>, consultado el 15 mayo 2017.

¹⁷⁶ Cecilia Cadena, *Administración pública y procesos políticos en México*, México, El Colegio Mexiquense, 2005, p. 197.

pública destinada a operar y administrar la industria, que es, hasta la fecha, una de las piedras angulares de la vida política, social y económica de México.

Nacido como un símbolo de valentía frente a los grandes compañías petroleras internacionales, Pemex dedicó la primera década de su gestión a superar una serie de dificultades consecuencia del descontento de las empresas extranjeras expropiadas.¹⁷⁷ Por un lado, Standard Oil y la Royal Dutch-Schell impidieron que, en el corto plazo, México comercializara hidrocarburos en Europa y otros países y, por el otro, declararon boicot internacional de suministro y materiales de equipo: “no se podían conseguir refacciones para las destartadas instalaciones que dejaron las compañías, no se contaba con el número suficiente de técnicos para manejar la industria, no había tetraetilo de plomo para elaborar las gasolinas con el debido índice de octano, no se podían conseguir algunas materias primas de vital importancia para la industria, etcétera”.¹⁷⁸

Frente a estas presiones, las compañías extranjeras percibieron su regreso al país como algo inminente. No obstante, no contaron con dos elementos que favorecieron a la incipiente industria energética mexicana: el estallamiento de la Segunda Guerra Mundial (que favoreció la creación de alianzas estratégicas comerciales con Estados Unidos)¹⁷⁹ y, sobre todo, “la devoción y el patriotismo de obreros, técnicos y administradores, quienes realizaron esfuerzos titánicos para conservar el patrimonio energético”.¹⁸⁰ El fuerte sentimiento de unidad entre todos los individuos involucrados en el funcionamiento del sector (incluidos los trabajadores que

¹⁷⁷ Jaime Cárdenas, *En defensa del petróleo*, Ciudad de México, UNAM, 2009, p. 34.

¹⁷⁸ J. Camacho Morales, *op. cit.*, p. 67.

¹⁷⁹ Rafael Loyola Díaz, “Los petroleros bajo la industria nacionalizada: 1938-1946”, en Instituto de investigaciones Humanísticas, *Los trabajadores ante la nacionalización petrolera*, Jalapa, Universidad Veracruzana, 1988, p. 256.

¹⁸⁰ De acuerdo con Camacho, “el STPRM envió a cada una de las treinta y dos secciones que lo componían, una circular transcribiéndoles el programa conforme al cual se debían sujetar para la nueva administración de la industria; los artesanos mexicanos fabricaron algunas de las refacciones que se necesitaban con extrema urgencia; los trabajadores ferrocarrileros cooperaron patrióticamente a solucionar el problema de la distribución de gasolina, combustóleo y otros derivados del petróleo a todos los lugares de la República y gracias a esta medida no careció el país, en ningún momento, de los productos petroleros” (*Loc. cit.*).

aceptaron, desde el 21 de julio de 1938, una reducción de su salario de entre 8 y 15%),¹⁸¹ planteó las bases para la consolidación y posterior expansión de la paraestatal a partir de la década de los años cincuenta.

Los trabajos que Pemex efectuó en los meses siguientes a la expropiación petrolera llevaron a la localización de su primer pozo como empresa paraestatal: “El Plan 55”,¹⁸² el cual si bien tuvo una producción insignificante (880 barriles diarios), marcó el inicio de la exitosa trayectoria extractiva de la empresa paraestatal, la cual, con el descubrimiento de importantes yacimientos entre Reynosa y Tabasco (la Faja de Oro), elevó la producción de crudo a 93.5 millones de barriles diarios para 1958.¹⁸³

Ahora bien, debido al incremento de las actividades de exploración y extracción de hidrocarburos a partir de la década de los cuarenta, se comenzó a promover la creación de una serie de instituciones y organizaciones complementarias dentro y fuera de la empresa paraestatal para satisfacer las necesidades de la industria. Menciono las más relevantes. En primer lugar, mediante un decreto publicado en 1946 se reformó la estructura corporativa original de Pemex y se crearon tres subsecretarías internas encargadas de la producción, la comercialización y administración de hidrocarburos.¹⁸⁴ Además, el 7 de diciembre del mismo año, se creó la Secretaría de Bienes Nacionales e Inspección Administrativa (ahora SENER) con el objetivo de concentrar las actividades de custodia y salvaguardia de los hidrocarburos en una dependencia separada de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP).

Respecto al funcionamiento técnico del sector, la necesidad por expertos en la materia y tecnología relacionada con el desarrollo de las industrias petrolera, petroquímica y química promovió, por un lado, la creación de nuevas carreras como las de Ingeniería Química Petrolera

¹⁸¹ Víctor M. Ruiz, *La industria petrolera en México. Una crónica: gestación y consolidación de Petróleos Mexicanos 1933-1970*, Ciudad de México, Pemex, 1988, p. 103.

¹⁸² J. Camacho Morales, *op. cit.*, p. 67.

¹⁸³ Jorge Álvarez de la Borda, *Crónica del petróleo en México. 1963 hasta nuestros días*, Ciudad de México, Pemex, 2006, pp. 94 y 95.

¹⁸⁴ *Ibid.*, p. 88

e Ingeniería Metalúrgica en el recién constituido Instituto Politécnico Nacional¹⁸⁵ y, por el otro, la creación en 1965 del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), con la finalidad de hacer investigación científica en materia de hidrocarburos. Además, en 1968 se constituyó la Compañía Mexicana de Exploraciones S.A. para ejecutar trabajos de exploración geológica en apoyo a Pemex.¹⁸⁶

La industria de refinación y transportación de hidrocarburos también mostró importantes avances. En un lapso de dos décadas se reconstruyeron y redistribuyeron geográficamente seis refinerías y se construyeron, en 1950, dos totalmente nuevas. Además, se amplió considerablemente la red de oleoductos, así como el transporte ferroviario, carretero y marítimo.¹⁸⁷

Finalmente, respecto a las instituciones creadas para satisfacer las necesidades de los trabajadores petroleros, en 1942 Pemex y el STPRM firman el primer Contrato Colectivo de Trabajo, a partir del cual el Sindicato se comenzó a constituir como uno de los más importantes y poderosos del país. Hoy, el entramado institucional asociado con el STPRM incluye más de 100 organizaciones complementarias entre las que se encuentran hospitales, guarderías, áreas industriales, clínicas, complejos habitacionales, escuelas, complejos deportivos, entre otros, resultado de un poderoso gremio petrolero con más de 100 mil afiliados a nivel nacional,¹⁸⁸ que reafirma la continuación del modelo de crecimiento a partir de combustibles fósiles y vuelve extremadamente costoso el cambio.

Ahora bien, el sector eléctrico también ha contribuido sustancialmente en la construcción del entramado institucional basado en el uso de combustibles fósiles. Como parte de la política

¹⁸⁵ Yoloxóchitl Bustamante, “75 de la creación del Instituto Politécnico Nacional”, *Gaceta Politécnica*, 30 (2011), p. 2.

¹⁸⁶ Véase la historia de la SENER y el sector en general el portal de la dependencia disponible en: <https://goo.gl/dPbqS8>, consultado el 10 de mayo 2017.

¹⁸⁷ J. Álvarez de la Borda, *op. cit.*, pp. 99-105.

¹⁸⁸ Véase el *Contrato Colectivo de Trabajo celebrado entre Petróleos Mexicanos por sí y en representación de sus empresas productivas subsidiarias y el Sindicato de Trabajadores de la República Mexicana*, México 2017, disponible en <https://goo.gl/4NPa6P>

energética de Lázaro Cárdenas, en 1937 se reordenó la Comisión Federal de Electricidad (CFE), creada en 1933, con la finalidad de “hacer frente a la creciente demanda de energía que las compañías eléctricas extranjeras no parecían interesadas en atender”.¹⁸⁹ Para 1937, México tenía 18.3 millones de habitantes, de los cuales sólo 7 millones eran abastecidos por las tres empresas eléctricas que cubrían el territorio mexicano, por lo que el gobierno, en sintonía con la posterior expropiación petrolera, exigió soberanía y control sobre la electricidad —recurso catalogado como estratégico.¹⁹⁰

En ese contexto, la CFE inició operaciones comenzando así un proceso de nacionalización de la industria eléctrica que se consolidaría hasta el 27 de septiembre de 1960, día en el que la nación mexicana tomó posesión de la última compañía privada de electricidad: la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, antes denominada *Mexican Light and Power Company*.

Desde sus comienzos, el consumo de hidrocarburos por parte de la CFE fue considerable. A pesar de tener centrales de generación hidroeléctricas de gran escala, como por ejemplo las centrales Belisario Domínguez, Manuel Moreno Torres y Peñitas (todas construidas a partir de 1970),¹⁹¹ la gran parte de la energía eléctrica generada por la CFE siempre ha provenido de centrales fósiles. Actualmente, de las 186 centrales que posee la CFE, 81 son centrales termoeléctricas, de ciclo combinado, carboeléctricas o de turbogas, lo que se traduce en una demanda constante y estable de hidrocarburos y, por lo tanto, en un incentivo permanente para la producción de combustibles fósiles en México: desde 2009 (año en el que se extingue por decreto presidencial la Compañía de Luz y Fuerza del Centro la cual abastecía a la Ciudad de México, 80 municipios del Estado de México, dos de Morelos, dos de Puebla y cinco de Hidalgo), la CFE satisface 40 millones de usuarios en el país.

¹⁸⁹ L. Aboites, *op. cit.*, p. 269.

¹⁹⁰ Andrea Terán, *Análisis histórico de la nacionalización de la Comisión Federal de Electricidad y sus implicaciones políticas y económicas para México*, Ciudad de México, Asociación Mexicana de Historia Económica, 2015, p. 120 (documento de trabajo).

¹⁹¹ Leonardo de Jesús Ramos y Manuel Montenegro, “Las centrales hidroeléctricas en México: pasado, presente y futuro”, *Tecnologías y Ciencias del Agua*, 3 (2012), pp. 109-110.

Además, con la expansión de las actividades de generación de la CFE, también se promovió la creación de instituciones y organizaciones complementarias que reforzaron (y refuerzan) el entramado institucional predominante en la generación de electricidad. Se creó, por ejemplo, el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) en 1975, con el objetivo de ejercer funciones de investigación y desarrollo tecnológico que contribuyeran al desarrollo del sector eléctrico mexicano y, en específico, “mejorar el aprovechamiento de los insumos producidos por el mismo Pemex”,¹⁹² sobre todo el combustóleo.

También destacan las organizaciones sindicales asociadas con el sector eléctrico. Si bien en México llegaron a haber tres sindicatos eléctricos —el Sindicato Mexicano de Electricistas (SME), el Sindicato de Trabajadores Electricistas de la República Mexicana (STERM) y el Sindicato Nacional de Electricistas, Similares y Conexos de la República Mexicana (SNESCRM) — frente a la extinción de Luz y Fuerza del Centro,¹⁹³ actualmente sólo queda el Sindicato de Trabajadores Electricistas de la República Mexicana (SUTERM), el cual negocia el contrato colectivo de los trabajadores del sector con la Dirección General de la CFE. Aunque no son un sindicato tan influyente como el STPRM con respecto a los intereses políticos y económicos asociados a la permanencia del modelo de crecimiento basado en el uso de hidrocarburos, constituye otro mecanismo de bloqueo institucional relevante a la participación de las energías renovables en la medida que, históricamente, la CFE genera la mayor parte de su energía eléctrica a partir de fuentes fósiles.

El corolario es que la expansión del entramado institucional basado en la explotación de hidrocarburos no se limitó a la industria de hidrocarburos o, específicamente, a la empresa

¹⁹² Entre las mayores aportaciones del IIE destacan sus análisis e innovaciones los procesos de combustión de combustibles, aunque también ha hecho importantes aportaciones para la generación renovable, por lo que ahora se llama Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias: INEEL (*Instituto de Investigaciones Eléctricas: antecedentes y consolidación*, Cuernavaca, IIE, 2015, p. 20)

¹⁹³ Si bien el SME mantuvo negociaciones con la CFE durante los años posteriores a la extinción, actualmente es una cooperativa que opera 14 centrales eléctricas (“Resurge el SME ahora como cooperativa”, *Excelsior*, 19 de agosto 2015, disponible en <https://goo.gl/4YMxZ1>, consultado el 10 de marzo 2017).

dedicada a su aprovechamiento (Pemex), sino que se expandió a otras áreas de política pública como la generación de electricidad, salud, educación, desarrollo económico, derechos laborales, entre otros. Las implicaciones políticas y culturales que tuvieron este conjunto de decisiones son el hilo conductor del desarrollo institucional de los siguientes años en el sector energético.

La dimensión simbólica de los hidrocarburos

En términos políticos, económicos y culturales, la expropiación petrolera es un punto de inflexión en la historia de México. En el discurso público mexicano, es sumamente difícil hablar despegadamente del petróleo, porque hablar de petróleo es hablar de la patria, del legado de la Revolución, de la unidad y la Nación, pero también de crecimiento económico, estabilidad y riqueza. Se recuerda con orgullo y patriotismo la escena de decenas de mexicanos, de todas las clases sociales, en el Palacio de Bellas Artes contribuyendo al pago de las indemnizaciones petroleras: dinero, joyas, aves de corral, cerdos, los mexicanos unidos defendiendo la soberanía nacional.¹⁹⁴ En ese sentido, el 18 de marzo de 1938 se empezó a construir, en el ideario mexicano, como un conjunto de íconos y símbolos de la defensa y soberanía, que ocupa un espacio central en la construcción social y cultural del país hasta la fecha. En esta sección, ofrezco un breve esbozo de la dimensión simbólica de los hidrocarburos en México y su importancia en el discurso político mexicano. El objetivo es sugerir que, además de ser un insumo central para la construcción del Estado y para las finanzas públicas, el proceso político mediante el cual se construyó el entramado institucional para manejarlos incidió en el tipo de instituciones y en la configuración de ese ámbito de política como un espacio delicado de disputa y conflicto.

¹⁹⁴ Carlos Silva, *Los días que cambiaron México: hechos memorables del siglo XX*, Ciudad de México, Grijalbo, 2017, p. 45.

En ese sentido, la excepcional carga simbólica y emotiva asociada a la expropiación petrolera (y a la industria de hidrocarburos) como emblema de integridad, patriotismo, patrimonio e identidad nacional, así como la importancia de los combustibles fósiles para el crecimiento económico del Estado mexicano, hicieron del arreglo institucional del sector energético un elemento central —pero intocable— del proceso de construcción del Estado mexicano. Como describo más adelante, no fue hasta 2013 que la coyuntura política e histórica del país permitió esbozar de manera creíble una transformación del sector energético.

En el ideario político mexicano, Lázaro Cárdenas ocupa un lugar particular. Por un lado, es una figura central del priismo por su consolidación del poder presidencial, la reestructuración del PNR como organización subordinada a los intereses del Estado (PRM en 1938), la inclusión de movimientos obreros y agrarios en el partido y la política nacional.¹⁹⁵ Por otro lado, Cárdenas es también una referencia indispensable para la construcción de la izquierda en México: implementó y profundizó la Reforma Agraria, reordenó la industria eléctrica, nacionalizó la industria petrolera, introdujo la educación socialista y respaldó la participación de organizaciones “de masas” en el país. Décadas después, su hijo sería el fundador —y por mucho tiempo el líder moral— del partido de izquierda más importante, con presencia nacional, en las últimas décadas: el Partido de la Revolución Democrática (PRD). Por lo tanto, se puede decir que el legado simbólico de Cárdenas siempre ha estado en disputa por diferentes grupos a lo largo del espectro ideológico mexicano; es, pues, un “mito doble”.¹⁹⁶

¹⁹⁵ Rogelio Hernández Rodríguez, *Historia mínima del Partido Revolucionario Institucional*, México D.F., El Colegio de México, 2016, pp. 50-71.

¹⁹⁶ “Cárdenas es un caso raro en la historia mexicana. Lo primero que podemos decir de él es que es un mito doble. Es difícil convertirse en un mito. Es más difícil convertirse en un mito doble. Me refiero a que Cárdenas es un hombre admirado, tanto por una corriente política que podríamos llamar simplemente PRD, corriente oficial; pero, por otro lado, igualmente admirado por una corriente opositora que podríamos denominar, genéricamente, la izquierda” (Javier Garcíadiego, “La paradoja del gobierno cardenista: momento culminante y final de la Revolución Mexicana”, 25 de mayo 2011, Universidad de Guadalajara. [Ponencia])

Esta condición de mito fundacional para dos de las corrientes políticas principales en el país tuvo consecuencias en la discusión sobre los instrumentos de política de la Reforma Energética en 2013 que, rodeada de controversia, hizo uso de la figura de Cárdenas (ícono de la expropiación) para justificarse. Como mostré en el capítulo anterior, la expropiación petrolera y la reorganización del entramado institucional para explotar los hidrocarburos (sindicatos, centros de investigación) y usarlos para la generación eléctrica, entre otros usos, hicieron de Cárdenas y los hidrocarburos un referente para la soberanía nacional y la idea de nación en México y, por extensión, un ámbito de política sensible y difícil de alterar. En ese sentido, el conjunto de imágenes y símbolos de la expropiación y del petróleo —plataformas petrolíferas con un líquido saliendo de las “entrañas” de la nación, obreros orgullosos, refinerías, instalaciones complejas— se construyeron simbólicamente como añadidos tecnológicos de la soberanía nacional.

Hubo varios intentos por reformar el sector energético en México desde 1999: Ernesto Zedillo, Vicente Fox y Felipe Calderón impulsaron distintas reformas legislativas, centradas en el artículo 27 de la Constitución, para reestructurar los sectores eléctrico y petrolero, todos sin éxito. En un análisis del lenguaje empleado en dicho artículo, Fernando Escalante muestra cómo funciona como un ejercicio discursivo en el que “la Nación” —como “figura que autoriza, decide, garantiza, justifica y condiciona el ejercicio de los derechos”—¹⁹⁷ adquiere un papel que no tiene en otros apartados del texto constitucional (ni si quiera se menciona tanto). En un artículo con una carga simbólica concreta, que parte de una interpretación histórica “de combate” (sobre el reparto agrario como mecanismo de justicia histórica), se refleja una elaboración discursiva de la legitimidad del Estado posrevolucionario sobre el uso adecuado —en beneficio público— de los recursos naturales.

¹⁹⁷ Fernando Escalante Gonzalbo, “El lenguaje del artículo 27 constitucional), en Emilio Kouri (ed.), *En busca de Andrés Molina Enríquez. Cien años de ‘Los Grandes Problemas Nacionales’*, México, El Colegio de México, 2009, disponible en <https://goo.gl/UUXtP5>.

En 2013, ante el desempeño del PAN en las elecciones de 2012 y su declive como corriente política, Enrique Peña Nieto logró configurar una coalición política amplia pero frágil, denominada “Pacto por México”, con la cual obtuvo suficiente apoyo legislativo para impulsar una serie de reformas estructurales de largo alcance. Entre las más discutidas estaban, por supuesto, la educativa y la energética. En la discusión pública sobre la Reforma Energética, surgió la importancia simbólica del petróleo y el legado de Cárdenas y sus referentes aludidos arriba como elementos discursivos esenciales para promover o criticar la reforma. En el contexto de una disputa cultural, la imagen de Cárdenas —“lo que el General Cárdenas hubiera querido”— fue un recurso político utilizado como marco de referencia para la discusión. La oposición, principalmente el PRD y Andrés Manuel López Obrador, recurrieron a la imagen de Cárdenas para descalificar a la reforma como una intervención de intereses externos, los primeros intentos de privatización, e incluso como una traición a la patria. En palabras de Andrés Manuel López Obrador:

“...las autoridades mexicanas son muy entreguistas, son, aunque suene duro, traidores a la patria. Así decía el general Lázaro Cárdenas, quien entrega los recursos naturales del país a extranjeros es traidor a la patria”.¹⁹⁸

Por el otro lado, la coalición alrededor del PRI lanzó una campaña en medios en la que utilizaron textos más o menos inéditos de Cárdenas en los que aceptaba que la participación privada en la actividad de exploración podía ser benéfica para el país. En particular, al aprobarse la Reforma Energética, Peña Nieto dijo: “Este año los mexicanos hemos decidido superar mitos y tabúes para dar un gran paso hacia el futuro”,¹⁹⁹ y sobre la icónica figura de Lázaro Cárdenas afirmó en la presentación de la iniciativa de Reforma que:

¹⁹⁸ Andrés Manuel López Obrador, “Mensaje AMLO”, 5 de agosto 2013, disponible en <https://goo.gl/qxBBZi>, consultado el 22 de abril 2017.

¹⁹⁹ Enrique Peña Nieto, “Palabras durante la promulgación de la reforma constitucional en materia energética”, Ciudad de México, 20 de diciembre de 2013, disponible en: <https://goo.gl/ZpL6ny>, consultado el 22 de abril 2017.

“...Precisamente, al dirigirse a los Diputados del Congreso de la Unión, el Presidente Cárdenas señaló, y cito textualmente: : ‘La exclusión de los particulares del régimen de concesiones, que el Artículo 27 fija para la explotación de los recursos naturales del dominio público, no implica que la Nación abandone la posibilidad de admitir la *colaboración de la iniciativa privada*, sino simplemente que esa colaboración deberá realizarse, en el futuro, dentro de las formas jurídicas, diversas de la concesión’. Concluye aquí la cita textual. Así quedaba claro que contratar no era concesionar. Con ello se salvaguardaba la renta petrolera en beneficio de los mexicanos”.²⁰⁰

La discusión pública y la batalla por el legado cardenista en el marco de la Reforma Energética revelaron, pues, la vigencia del papel fundamental que desempeña el petróleo, la expropiación, y los límites del uso legítimo de los recursos nacionales dentro del ideario político en México. De esta manera, se explica que el sector energético fuera un ámbito de política difícil de reformar, pues se requería un respaldo político considerable y la capacidad de elaborar un discurso que no rompiera con la narrativa histórica oficial de defensa de los trabajadores, soberanía e identidad nacional. Así, la construcción simbólica de la expropiación y sus beneficios, del papel de Lázaro Cárdenas y de los hidrocarburos como eje de la idea de Nación, contribuyeron al “encierre” de carbono, bloqueando posibles cambios estructurales en el sector durante mucho tiempo. Además de todas las prácticas cotidianas asociadas al uso de combustibles fósiles —uso del automóvil, electricidad doméstica, gas para calentadores y estufas—, su carga simbólica impidió, en buena medida, la discusión pública informada sobre las opciones de política y los medios para alcanzar la seguridad energética en el largo plazo; más recientemente, aumentó la polarización en el debate sobre los usos y abusos del petróleo, dejando la participación de las energías renovables en los márgenes.

No obstante, como señalé arriba, la coalición logró impulsar la Reforma Energética en un esfuerzo coordinado por romper esa inercia institucional, a partir de una narrativa coherente de

²⁰⁰ Enrique Peña Nieto, “Palabras durante la presentación de la Iniciativa de Reforma Energética”, Ciudad de México, 12 de agosto 2013, disponible en: <https://goo.gl/ZpL6ny>, consultado el 22 de abril 2017.

mantener la soberanía de los recursos naturales. En la siguiente sección, describo la Reforma Energética en términos generales, concentrándome en la reestructuración del sistema eléctrico y su nuevo esquema, para después (en el capítulo 4) hacer un análisis de los instrumentos de política y las barreras que enfrentan para promover la participación de las energías renovables en la generación de energía eléctrica en México.

LA REFORMA ENERGÉTICA

Como parte del paquete de reformas que presentó el gobierno de Enrique Peña Nieto, en 2013 el Congreso aprobó la Reforma Energética que, como se mencionó anteriormente, modificó los artículos 25, 27 y 28 constitucionales para ampliar el papel del sector privado en la producción de hidrocarburos y generación de electricidad. Con el objetivo de “reducir la exposición del país a los riesgos financieros, geológicos y ambientales”,²⁰¹ la reforma planteó dos cambios gigantes en la política energética mexicana. Por un lado, la nueva legislación permite la celebración de contratos con empresas privadas en las actividades de exploración y extracción de hidrocarburos (actividad antes exclusiva de Pemex). Por otro, rompe el esquema monopólico de la CFE en generación de energía eléctrica (la transmisión y distribución siguen siendo actividades “exclusivas” del Estado), creando un mercado en el que los particulares pueden vender y comprar electricidad.

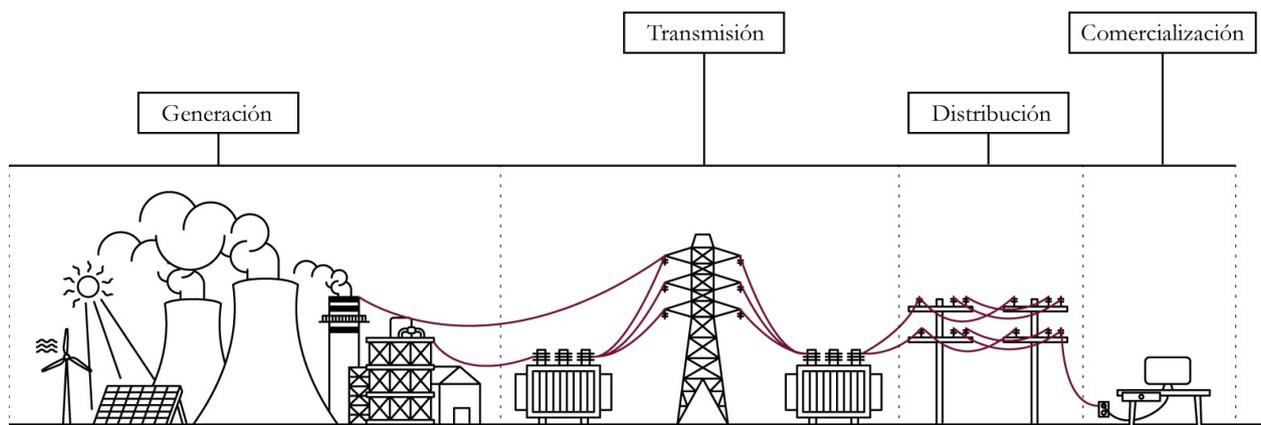
Un análisis comprehensivo de todas las dimensiones e implicaciones de la Reforma Energética va más allá de los alcances de esta tesis —por cuestiones de tiempo, espacio y recursos— por lo que esta investigación se concentra en una parte concreta de los cambios en la estructura del sector eléctrico; es decir, el esquema de participación de energías “limpias” en el SEN.

Para hacer un análisis acertado de la nueva estructura del sector eléctrico y el nuevo papel de las energías renovables, primero es necesario entender el esquema previo a la Reforma Energética. En todo el mundo, las cadenas de suministro de la energía eléctrica consisten en

²⁰¹ *Reforma Energética*, Ciudad de México, Gobierno de la República, 2013, p. 3.

cuatro fases (figura 1): 1. *Generación*: la electricidad se genera en grandes centrales eléctricas, es decir plantas de producción que varían según el tipo de tecnología que emplean (ciclo combinado, fisión nuclear, aerogeneradores, paneles, entre otros); 2. *Transmisión*: la electricidad se transporta de las plantas generadoras (que suelen estar fuera de las ciudades) a los centros de distribución locales a través de líneas de alta tensión (cables anchos que soportan grandes tensiones o voltajes eléctricos); 3. *Distribución*: en los centros de distribución o subestaciones eléctricas los transformadores reducen el voltaje (si es necesario) de la electricidad;²⁰² y 4) *Comercialización*: la energía eléctrica de baja tensión se vende y suministra a los usuarios finales (industrias, negocios, residencias, entre otras).

Figura 1. CADENA DE SUMINISTRO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA



Fuente: Elaboración propia.

²⁰² Antes de ser suministrada a los usuarios finales, la electricidad sufre varios aumentos y reducciones de voltaje. Esto es necesario porque la electricidad es generalmente producida en bajas tensiones, sin embargo, debido a que las centrales suelen estar lejos de los sitios de consumo, se le sube el voltaje a la electricidad para reducir el costo de transmisión. Finalmente, la electricidad es transformada de nuevo en los centros de distribución a baja tensión para poder ser inyectada en los pequeños cables que llegan a los usuarios finales (*La Electricidad. El recorrido de la energía*, Madrid, Iberdrola-Comunidad de Madrid-Madridinnova, 2002, p. 6).

Desde 1960 (año en el que se nacionaliza la industria eléctrica), las cuatro fases de la cadena de suministro fueron actividades casi exclusivas del Estado mexicano (específicamente de la CFE).²⁰³ Cuando digo “casi exclusivas” me refiero a que, a partir de 1992, la *Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica* (ahora derogada) se modificó para permitir la participación limitada del sector privado en la actividad de generación. Se crearon modalidades de generación específicas entre las cuales destacan 1) “productor independiente de energía”, es decir generadores cuyo único comprador permitido era la CFE; 2) “autoabastecimiento”, que se refiere a aquellos productores (persona moral o sociedades) autorizados para generar la electricidad que consumían; y 3) “cogeneración”, que permitía la generación de electricidad siempre y cuando se hiciera en conjunto con la producción de calor (la electricidad como producto secundario) y fuera consumida por el propietario del sistema.²⁰⁴

La apertura del sector, aunque limitada, se tradujo en cambios importantes en el sistema eléctrico del país. Desde el punto de vista institucional, la participación de la inversión privada en la fase de generación hizo necesaria la creación de un organismo que ejerciera funciones de regulación energética. Así, en 1995 se creó la CRE como órgano administrativo adscrito a la SENER —ahora es un órgano regulador coordinado—, encargado de supervisar la generación externa de energía eléctrica.²⁰⁵

Con respecto a la generación de electricidad, además de incrementar considerablemente la capacidad instalada y efectiva en el país²⁰⁶ —para 2012 aportaron casi 40% de la generación

²⁰³ Hasta 2009, la CFE compartía el monopolio de las cuatro fases de la cadena de suministro eléctrico con la compañía de Luz y Fuerza del Centro, la cual abastecía a la Ciudad de México, 80 municipios del Estado de México, dos de Morelos, dos de Puebla y cinco de Hidalgo. En 2009 la Compañía se extinguió por medio de un decreto emitido por la administración pública federal.

²⁰⁴ Además, esta modificación autorizó la producción privada para exportación y la importación para autoconsumo (*Ley de Servicio Público de Energía Eléctrica*, art. 3º).

²⁰⁵ Marcelo Páramo, “La Comisión Reguladora de Energía”, en *Regulación del sector energético*, UNAM-SENER, México, 1997, p. 152.

²⁰⁶ La capacidad instalada se refiere al límite de oferta (el máximo) que puede llegar a generar una planta eléctrica. Usualmente la capacidad instalada no se usa en su totalidad, por lo que se llama capacidad efectiva a la cantidad de energía eléctrica que se genera realmente.

total de energía eléctrica—,²⁰⁷ estas nuevas figuras jurídicas de generación privada encabezaron la primera inclusión (aunque mínima) de energías renovables en el sistema eléctrico del país, sobre todo mediante la modalidad de autoabastecimiento —para 2007, la iniciativa privada aportaba casi 40% del total de la energía eléctrica renovable en el país,²⁰⁸ porcentaje destacable si se toma en cuenta el esquema monopólico en el que se desarrolló.

Cabe destacar que el papel tan fundamental de la iniciativa privada en el desarrollo de energías renovables sólo se entiende en un contexto donde, históricamente, el gobierno federal ha favorecido la generación de electricidad a partir del uso de hidrocarburos. Para 2013 (año de la Reforma Energética) la electricidad generada por el Estado a partir de energías renovables era marginal en comparación con el resto de su producción.²⁰⁹ Si bien se podría argumentar que, desde su creación en 1937, la CFE cuenta con una gran cantidad de centrales hidroeléctricas, la mayoría son plantas con capacidad de generación mayor a 30 MWh,²¹⁰ es decir, poco eficientes en términos ambientales e incompatibles con la definición de renovables. Una mirada detallada a la historia de las centrales hidroeléctricas en México muestra que, de hecho, las centrales federales con menor capacidad de generación (mini-hidros renovables) fueron construidas mucho antes del surgimiento de la CFE (entre 1901 y 1930) y la posterior nacionalización del SEN.²¹¹ En el caso de la energía eólica la historia es similar: no fue hasta 1994 que entró en

²⁰⁷ Para finales de 2011 los productores independientes de energía generaron cerca de 30% de la electricidad total en el país, mientras que 4.9% fue por autoabastecimiento y 4.3% por cogeneración (*Prospectiva del Sector Eléctrico 2012-2026*, Ciudad de México, SENER, 2012, p. 89).

²⁰⁸ Sin tomar en cuenta las grandes plantas hidroeléctricas de la CFE (generación de más de 30 MWh), de 1,875 MWh generados a partir de energías renovables, la iniciativa privada generó 532 MWh (40%), mientras que la CFE y Luz y Fuerza del Centro generaron 1,343 MWh (Francisco Barnés de Castro, “Las Energías Renovables en México”, Ciudad de México, CRE, 11 de abril de 2007 [Ponencia]).

²⁰⁹ El porcentaje total de capacidad instalada de generación a partir de energías renovables sin incluir grandes hidroeléctricas era cerca de 8% para finales de 2012 (*Prospectiva de Energías Renovables 2013-2027*, Ciudad de México, 2013, p. 14).

²¹⁰ *Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética*, art. 3º, frac. II.

²¹¹ L. Ramos y M. Montenegro, art. cit., pp. 108-110.

operación el primer —de los tres que hay actualmente— parque eólico controlado de forma directa por la CFE y no mediante productores independientes de energía.²¹²

En ese sentido, la reforma de 1992 es un evento decisivo para el incipiente desarrollo de las energías renovables en el país: la pequeña apertura fue clave. La proliferación (aunque pequeña) de centrales renovables provenientes de la iniciativa privada (en su mayoría extranjeras)²¹³ reveló la falta de regulación en la materia y propició la aprobación en 2008 de la *Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética* (en adelante LAERFTE). Esta ley 1) eliminó el vacío legal existente; 2) reconoció por primera vez el enorme potencial de las energías renovables en México; y 3) especificó qué fuentes de energía se podían considerar renovables —excluyendo explícitamente la energía nuclear y las centrales hidroeléctricas con capacidad de generación mayor a 30 MWh.²¹⁴

Con la promulgación de la LAERFTE se instituyó, además, a la CRE como órgano encargado de regular el desarrollo de las energías renovables, el cual había empezado a regularlas sin que ninguna institución tuviera atribuciones explícitas para establecer criterios, bases, metodologías, etc. Así, en 2010, la CRE expidió el “primer modelo de contrato de interconexión para fuentes renovables”,²¹⁵ es decir, el primer instrumento regulatorio específico para la incorporación de estos recursos al sistema eléctrico.

Entre los aspectos destacables de este modelo de contrato es que en él aparecieron los primeros “incentivos” para la propagación de las energías renovables. Primero, el modelo estableció el “banco de energía” —un almacenador virtual mediante el cual los generadores de

²¹² Actualmente la CFE tiene tres parques eólicos que controla directamente: La Venta, Guerrero Negro y Yuumil'iik, de las cuales se hablará más adelante.

²¹³ L. Ramos y M. Montenegro, art. cit., p. 103.

²¹⁴ La LAERFTE reconoce como energías renovables al viento, radiación solar, el movimiento del agua en cauces naturales o artificiales, la energía oceánica, el calor de los yacimientos oceánicos, los Bioenergéticos y aquellas otras que cumplan con los criterios establecidos por la SENER (*Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y Fomento a la Transición Energética*, art. 3).

²¹⁵ Resolución por la que la Comisión Reguladora de Energía expide el modelo de contrato de interconexión para fuente de energía renovable o sistema de cogeneración en mediana escala, Ciudad de México, CRE, 2010, disponible en goo.gl/YRP8iv.

energía renovable pudieran “acumular” su producción durante el año. Dado que las energías solar y eólica (fuentes con mayor difusión en el país) son fuentes intermitentes de energía, era necesario crear un mecanismo que recompensara la sobreproducción de las plantas generadoras, para que cuando la producción fuera más baja o nula pudieran permanecer competitivas. Así, si un generador renovable producía más energía de la que se consumía en un momento determinado, esa electricidad “extra” se podía acumular y así evitar penalizaciones por entrega insuficiente de electricidad en momentos de intermitencia.

Segundo, se estableció el “porteo con cargo tipo estampilla postal”. Cada que cualquier generador de electricidad utiliza la red de transmisión y distribución nacional para trasladar energía de su central a los usuarios finales, la CFE cobra un monto conocido como “porteo”, que es proporcional a la tensión en la que se entrega la energía y la distancia que tiene que viajar (mientras más lejos y más cambios de voltaje es más caro). La ubicación de las centrales de energía renovable no es aleatoria, requieren condiciones geográficas específicas, por lo que están en desventaja frente a centrales de energía convencional que pueden estar ubicadas cerca de las ciudades. Para combatir esta falla de mercado, este instrumento exentaba a las centrales de energía renovable del pago por distancia (esquema estampilla postal) y establecía precios fijos para los niveles de tensión.

EL NUEVO ESQUEMA

Con la aprobación en 2013 de la Reforma Energética, se derogó prácticamente todo el marco legal que correspondía a la industria eléctrica nacional, así como a la generación a partir de energías renovables (y sus incentivos). En resumen, en el nuevo esquema el sector eléctrico pasó de tener una estructura en la que un ente estatal generaba, transmitía, distribuía y comercializaba la energía eléctrica (con ciertas modalidades de participación privada en generación), a tener una estructura donde la generación y comercialización son actividades completamente abiertas a los

particulares y, por lo tanto, reguladas por las relaciones de un nuevo mercado conocido como Mercado Eléctrico Mayorista (en adelante MEM).

En el caso de las energías renovables, también se modificó el marco normativo por completo. Primero, se reemplazó el concepto de “energías renovables” por el de energías “limpias”; es decir, por un término jurídico mucho más amplio que incluye otros tipos de energía además de las energías renovables contempladas en la LAERFTE. Segundo, en la nueva *Ley de Transición Energética* (en adelante LTE) publicada en 2015 se fijaron metas de participación de energías “limpias” en la generación eléctrica nacional: 25% para 2018, 30% para 2021 y 35% para 2024.²¹⁶ Finalmente, se creó un instrumento económico para promover la participación de las energías “limpias” en la generación de electricidad total conocido como Certificados de Energías Limpias (en adelante CEL), que sustituyó todos los incentivos contemplados en el régimen anterior (legado), tales como el banco de energía, el porteo con cargo tipo estampilla postal, entre otros.²¹⁷

La consecuencia directa de todos estos cambios fue, pues, el surgimiento de un sector eléctrico mucho más complejo que el que se tenía. Si bien es imposible explicar de manera exhaustiva todas las transformaciones que se llevaron a cabo, en los siguientes párrafos expongo una versión sintetizada del funcionamiento del nuevo esquema y explico los cambios más relevantes respecto al objeto de estudio de esta tesis: las energías renovables.

²¹⁶ *Ley de Transición Energética*, art. 3° transitorio.

²¹⁷ Con la publicación de la nueva legislación, todos los permisos y contratos de interconexión celebrados con base en lo estipulado en la ya derogada Ley de Servicio Público de Energía Eléctrica pasan a ser legados. Es decir, siguen funcionando con la regulación pasada hasta que se termine su vigencia: una vez agotado el tiempo establecido en el contrato tienen que migrar al nuevo esquema (*Ley de la Industria Eléctrica*, art. 3°, frac. XIII).

El Mercado Eléctrico Mayorista (MEM)

Con el objetivo de organizar la participación libre de la inversión privada en la generación y comercialización de electricidad (la transmisión y distribución siguen siendo actividades “exclusivas” del Estado), la Reforma Energética creó el MEM, que es un espacio donde los grandes compradores y generadores pueden, desde finales de 2016, comprar y vender electricidad (y otros productos asociados como los CEL) a precios competitivos. Sin embargo, ¿quién lo regula y cómo funciona?

Previo a la Reforma Energética, la CFE tenía atribuciones casi exclusivas en generación, transmisión, distribución y comercialización. No obstante, dado que una de las premisas básicas para que funcione un mercado es que haya igualdad de condiciones entre todos los participantes (compradores y vendedores),²¹⁸ una de las piedras angulares del nuevo marco normativo fue la ruptura del monopolio estatal integrado verticalmente. En otras palabras, la reestructuración de la CFE de “Entidad Paraestatal” a “Empresa Productiva del Estado”.²¹⁹

A partir de la publicación del nuevo marco normativo, la CFE pasó de ser el ente responsable de desarrollar todas las actividades de la cadena de suministro eléctrico a ser una empresa más compitiendo dentro del mercado eléctrico —aunque siga siendo pública. Lo que implicó, entre otras cosas, la creación de un nuevo operador del SEN —el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE)— y la instauración de un “árbitro” de mercado —la CRE. Debido a que en el esquema anterior la CFE era el único actor en la industria eléctrica y, por lo tanto, un organismo con demasiado poder de mercado fue necesario establecer estas dos instituciones

²¹⁸ Karl E. Case *et al.*, *Principios de Microeconomía*, Ciudad de México, Pearson, 2012, p. 40.

²¹⁹ Si bien bajo ambos conceptos la CFE es un ente que opera para el Estado, la lógica en la que ambas figuras se desempeñan es radicalmente distinta. Bajo la figura de “Entidad Paraestatal” la labor de la CFE era primordialmente social y sin fines de lucro: electrificar todos los rincones del país sin importar la obtención de utilidades. En contraste, bajo la figura de “Empresa Productiva del Estado”, la CFE tiene como objetivo principal el lucro económico, para lo cual opera mediante un modelo de negocio empresarial (*Transformación del Sector Eléctrico Mexicano. Implicaciones de la Ley de la Industria Eléctrica y la Ley de la CFE*, PwC, Ciudad de México, 2014, p. 6).

(desconcentrados de la SENER e independientes de la CFE) encargadas de garantizar la operación y competencia justa del MEM.

El CENACE es así, desde 2014, el órgano descentralizado encargado de ejercer control operativo del SEN, el MEM y las redes nacionales de transmisión y distribución de energía eléctrica. Dado que sería una práctica no competitiva que la CFE siguiera controlando las redes de transporte de electricidad, se creó una institución imparcial que asegura el acceso indiscriminado a las redes de transmisión y distribución nacionales con tarifas justas. En ese sentido, el CENACE es responsable de 1) llevar a cabo la interconexión de las nuevas centrales eléctricas con las redes de transporte y 2) formular los programas de ampliación de infraestructura. Además, este órgano está encargado de operar el MEM y, específicamente, de organizar las subastas a largo plazo de las que hablaré detalladamente.²²⁰

Por su parte, la CRE es la entidad facultada para regular el MEM. Si bien esta institución tiene a su cargo la regulación del sector energético desde finales del siglo XX, la Reforma Energética le otorgó atribuciones específicas con respecto al SEN: a partir de 2014 es el órgano encargado de escribir las reglas del juego dentro del nuevo mercado (permisos, tarifas, entre otros) y de garantizar su cumplimiento. Además, es la institución facultada para emitir los CEL y verificar el cumplimiento en materia de participación de energías “limpias”.²²¹

Ahora bien, para entender cómo funciona el MEM, primero se tiene que tomar en cuenta que el mercado no funciona igual para todos los consumidores. La LIE distingue entre dos grupos principales: 1) residencias o negocios que tienen consumo bajo y por lo tanto no pueden participar de forma directa en el mercado (usuarios de suministro básico); y 2) las grandes compañías con demanda agregada mayor a 3 MWh, que pueden, si así lo desean, participar

²²⁰ Para saber más acerca de las funciones del CENACE véase el “Decreto por el que se crea el Centro Nacional de Control de Energía”, *Diario Oficial de la Federación*, Ciudad de México, 28 de agosto 2014; *Ley de la Industria Eléctrica*, art. 15 y art. 5 transitorio.

²²¹ *Ley de la Industria Eléctrica*, art. 12.

directamente en el MEM (usuarios calificados). La diferencia es importante pues introduce una tercera figura de participación en el mercado: los suministradores; es decir, sujetos legales capaces de comprar energía en el MEM en representación de aquellos usuarios calificados que no quieran participar directamente en el mercado y todos los usuarios de suministro básico que no pueden hacerlo legalmente.²²²

Una vez que definen su papel dentro del mercado, los participantes pueden comprar energía eléctrica y productos asociados (tales como CEL y Potencia)²²³ en el MEM, el cual opera como cualquier otro mercado: hay oferta, demanda y un precio de equilibrio, que se fija en el punto donde las primeras dos son iguales. Por un lado, los usuarios calificados que quieran participar en el mercado y los suministradores demandan energía y productos asociados y, por otro, los generadores los generan y ofertan.²²⁴

La mayoría de las operaciones de compra-venta se hacen en el corto plazo, es decir, en el mercado en tiempo real (mercado *spot*) o en el mercado de un día en adelante. Sin embargo, es importante señalar que el MEM cuenta con las subastas de largo plazo, las cuales son un mecanismo de participación que consiste en la firma de contratos de compra de electricidad y productos asociados con vigencia de 15 a 20 años. Esta herramienta de mercado se diseñó con dos objetivos: 1) garantizar que los suministradores puedan ofrecer un precio fijo a los usuarios de suministro básico (evitar que las tarifas de luz residenciales de la CFE suban y bajen diario); y

²²² Ejemplo: una empresa que tenga un consumo mayor a 3 MWh tiene dos opciones. Por un lado, puede registrarse ante la CRE como *usuario calificado participante del mercado* y comprar su electricidad y productos asociados directamente. Por otro, firmar un contrato con un *suministrador* (intermediario) para que lo incluya dentro de su demanda agregada de electricidad y la suministre a la empresa.

²²³ De acuerdo con la LIE, los productos asociados son aquellos vinculados con la operación y desarrollo de la industria, entre los que se encuentran: potencia, servicios conexos, CEL, derechos financieros de transmisión. En esta tesis destacan especialmente los CEL (que se tratarán con detalle más adelante) y la Potencia (con mayúscula), que se refiere a la obligación que adquieren las centrales para asegurar la disponibilidad de producción de energía. La cantidad de Potencia disponible depende del tipo de tecnología; es decir, firme (energía convencional) o interrumpible (energía renovable) (*Ley de la Industria Eléctrica*, art. 3, frac. XXXI).

²²⁴ *Preguntas frecuentes sobre la nueva regulación en temas eléctricos*, CRE, México, 2013, p. 16.

2) tratar de ofrecer un ingreso estable y reducir los riesgos de inversión para las centrales eléctricas, especialmente las de energías “limpias”, pues en estas subastas se venden “paquetes” de incluyen energía eléctrica y CEL.

Integración de energías “limpias”

Tomando en cuenta el potencial que tiene México para la generación de electricidad a partir de energías bajas en uso de carbono, la Reforma Energética estableció en el artículo décimo séptimo transitorio de la Constitución y su marco normativo secundario metas de generación mínima a partir de energías “limpias” para 2018, 2021 y 2024 y un esquema de compra-venta de CEL para alcanzarlas. En esta sección, explico cómo funcionan los CEL y cuáles son sus efectos esperados.

Para entender el funcionamiento del mercado virtual de CEL en México lo primero que se debe tomar en cuenta es que los Certificados son un instrumento de política que busca incentivar la participación de las energías “limpias” en el mercado eléctrico mediante la imposición legal de cuotas mínimas de consumo. A partir de la aprobación de la Reforma Energética, todos los “grandes consumidores” —suministradores y usuarios calificados— están obligados a demostrar que un porcentaje (creciente cada año) de su consumo anual proviene de fuentes “limpias”: requisito de portafolio de energías “limpias”. Para tal fin, se diseñaron los CEL, que son títulos comercializables que acreditan el origen “limpio” de la energía consumida.

El proceso para obtener un CEL es el siguiente: por cada MW generado a partir de energías “limpias” (todas valen igual), la CRE otorga un CEL (1x1) a la central eléctrica que lo generó, la cual puede ponerlo a la venta en el MEM —ya sea en el mercado de CEL de corto plazo o en las subastas de largo plazo. Al final de cada año a partir de 2018, los consumidores

obligados deben entregar a la CRE la cantidad de CEL equivalentes a la cuota fijada o pagar una multa,²²⁵ la cual no anula la obligación de cumplimiento, sólo la pospone.

Ahora bien, el efecto principal que teóricamente buscan este tipo de mecanismos de mercado es fomentar la generación de electricidad limpia mediante el aumento significativo de competitividad de las plantas eléctricas en términos de producción.²²⁶ Dado que los CEL se comercializan en el mercado como un producto aparte de la energía eléctrica, éstos en teoría representan un ingreso extra para los generadores de “energía limpia”: reciben las utilidades por la electricidad vendida más las ganancias por la venta de Certificados. En el caso de las subastas de largo plazo, se busca que el efecto se amplíe: los contratos de entre 15 y 20 años aseguran a los generadores de “energía limpia” ingresos estables y, en consecuencia, reducen la incertidumbre sobre los retornos de inversión.

Si bien en la siguiente sección exploro detalladamente las ventajas y desventajas de los CEL con respecto a su fomento a las energías renovables, es importante mencionar que, en conjunto, la Reforma Energética en materia de electricidad es un primer intento gubernamental por romper con el encierro de carbono y catalizar la creación de una dependencia de camino radicalmente distinta: una basada en el uso de fuentes de energía no contaminante. No obstante, como señalo en la siguiente sección, en su diseño no se consideraron los retornos crecientes que fomentan la conservación del arreglo institucional vigente basado en el uso de hidrocarburos. En otras palabras, no se diseñó un esquema de participación de energías “limpias” que considera integralmente las barreras que las energías alternativas enfrentan en un arreglo históricamente configurado que favorece la generación eléctrica a partir de combustibles fósiles.

²²⁵ *Ley de la Industria Eléctrica*, art. 126; Lineamientos que establecen los criterios para el otorgamiento de Certificados de Energías Limpias y los requisitos para su adquisición, *Diario Oficial de la Federación*, Ciudad de México, 31 de octubre 2014, disponible en goo.gl/2RjiWp, consultado el 20 de mayo 2017.

²²⁶ Bert Saveyn, *et al.*, “Política de electricidad renovable: sistema de primas frente a comercio de certificados verdes”, *Ekonomiaz*, 67 (2008), p. 128.

HALLAZGOS

DE ENERGÍAS RENOVABLES A “LIMPIAS”

En el ámbito jurídico, la terminología es un elemento fundamental para definir los alcances de cualquier documento legislativo. Aunque pueda parecer un asunto de poca importancia, cómo se define un término —qué significan las cosas— es una de las piedras angulares del funcionamiento del derecho. En el caso de la Reforma Energética en materia de electricidad, el cambio de energías renovables a energías “limpias” se ha analizado poco por parecer un simple cambio de nomenclatura. No obstante, esta modificación tiene implicaciones concretas para la transición energética y el desarrollo de las energías renovables en México.

Como mencioné arriba, en 2008 la LAERFTE delimitó por primera vez el concepto de “energías renovables”. Por un lado, se reconocieron al viento, radiación solar, movimiento del agua, energía oceánica, el calor geotérmico y bioenergéticos o biomasa como fuentes de energía renovable. Por otro, se excluyeron del objeto de aplicación de la ley (por los motivos ambientales antes señalados) la energía nuclear y la energía hidráulica de gran escala. Sin embargo, con el cambio de esquema de la Reforma Energética, esta ley se derogó y surgió un nuevo término legal: las energías “limpias”.

Aunque este concepto apareció por primera vez en la LGCC,²²⁷ fue hasta la aparición de la LIE —publicada en 2014 como parte del marco regulatorio secundario de la Reforma Energética— que se definió y delimitó. En ese sentido, de acuerdo con el artículo 3º, frac. XXII se consideran como energías “limpias”:²²⁸

²²⁷ Aunque no las definió, la LGCC establece que “la SENER en coordinación con la CFE y la CRE promoverán que la generación eléctrica proveniente de fuentes de energía limpias alcance por lo menos 35% para el año 2024” (*Ley General de Cambio Climático*, art. 3º transitorio, frac. II, inc. e).

²²⁸ *Ley de la Industria Eléctrica*, art. 3º, frac. XXII.

- a) Viento
- b) Radiación solar
- c) Energía oceánica
- d) Calor de los yacimientos geotérmicos
- e) Bioenergéticos que determine la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos;
- f) Energía generada por el aprovechamiento del poder calorífico del metano y otros gases asociados en los sitios de disposición de residuos, granjas pecuarias y en las plantas de tratamiento de aguas residuales, entre otros
- g) Energía generada por el aprovechamiento del hidrógeno mediante su combustión o su uso en celdas de combustible, siempre y cuando se cumpla con la eficiencia mínima que establezca la CRE y los criterios de emisiones establecidos por la SEMARNAT en su ciclo de vida
- h) Energía *proveniente de centrales hidroeléctricas*
- i) Energía *nucleoeléctrica*
- j) Energía generada con los productos del procesamiento de esquilmos agrícolas o residuos sólidos urbanos, cuando dicho procesamiento no genere dioxinas y furanos u otras emisiones que puedan afectar a la salud o al medio ambiente y cumpla con las normas oficiales mexicanas que al efecto emita la SEMARNAT
- k) Energía generada por *centrales de cogeneración eficiente*²²⁹ en términos de los criterios de eficiencia emitidos por la CRE y de emisiones establecidos por la SEMARNAT [se excluye explícitamente ciclo combinado]
- l) Energía generada por ingenios azucareros que cumplan con los criterios de eficiencia que establezca la CRE y de emisiones establecidos por la SEMARNAT
- m) Energía generada por *centrales térmicas con procesos de captura y almacenamiento geológico o biosecuestro de bióxido de carbono* que tengan una eficiencia igual o superior en términos de KWh generado por tonelada de bióxido de carbono equivalente emitida a la atmósfera a la eficiencia mínima que establezca la CRE y los criterios de emisiones establecidos por la SEMARNAT
- n) *Tecnologías consideradas de bajas emisiones de carbono* conforme a estándares internacionales
- o) Otras tecnologías que determine la SEMARNAT, con base en parámetros y normas de eficiencia energética e hídrica, emisiones a la atmósfera y generación de residuos, de manera directa, indirecta o en ciclo de vida

No es, pues, un simple asunto de nomenclatura: el cambio tiene efectos de política pública. La diferencia principal entre los términos es evidente. El concepto de energías “limpias” maneja un criterio mucho más amplio que el de “energías renovables” respecto a qué recursos energéticos son o no dañinos para el ambiente.²³⁰ Mientras que el esquema anterior excluía explícitamente las grandes hidroeléctricas, la energía nuclear, y cualquier generación hecha a partir de

²²⁹ Para más información sobre los tipos de cogeneración eficiente véase la página informativa sobre cogeneración de Gas Natural Fenosa, disponible en <https://goo.gl/sxGKZj>.

²³⁰ De acuerdo con un estudio hecho por Fundar, el gobierno maneja un concepto equivocadamente amplio que debe ser replanteado si se pretende alcanzar resultados verdaderos en materia ambiental (Mariana González Armijo, *Defensa del territorio frente a proyectos del sector eléctrico en México*, Ciudad de México, Fundar, Centro de Análisis e Investigación, 2016, p. 41).

combustibles fósiles (con o sin captura de carbono), el nuevo marco legal los incluye sin considerar su impacto ambiental y las mejores prácticas internacionales. En la comparación hecha por Oliver Flores, exdirector general de generación y transmisión eléctrica de la SENER, se puede observar la amplitud del concepto mexicano de energía “limpia” comparado con marcos normativos similares en otros países (tabla 1).

Tabla 1. ENERGÍAS CONSIDERADAS LIMPIAS INTERNACIONALMENTE

Tecnología de generación	México	Inglaterra	Alemania	España	Australia	California	Chile
Eólica	x	x	x	x	x	x	x
Solar	x	x					
Solar fotovoltaica	x	x	x	x	x	x	x
Solar térmica	x	x	x	x	x	x	x
Solar concentrada	x						x
Cogeneración	x						x
Oceánica	x	x	x	x	x	x	x
Hidro de gran escala	x	x	x		x		
Hidro de pequeña escala	x	x	x	x	x	x	x
Geotérmica	x	x	x	x	x	x	x
Bioenergía/biomasa	x	x	x	x	x	x	x
Disposición de residuos	x	x					
Biogás	x		x	x			
Carbón CC (Cogeneración)	x						
Combustión de hidrógeno	x						
Nucleoeléctrica	x						
Centrales con captura	x						

Fuente: Oliver Flores, *Requisito de certificados de Energías Limpias 2019*, SENER, 2017 (ponencia).

Es una cuestión de definición de estándares. Si bien hay poca discusión sobre qué son las “energías renovables” (la IEA determina cuáles energías son renovables y cuáles no),²³¹ el concepto de energía “limpia” es mucho más impreciso (no hay consenso)²³² y, por lo tanto, puede ser tan inclusivo como un gobierno desee. Los criterios para definir si una fuente de energía es “limpia” son, pues, producto de decisiones políticas: al usar el término de energías “limpias” el gobierno puede determinar unilateralmente los parámetros y límites de contaminación y puede decidir qué impactos ambientales son relevantes en balance con sus necesidades energéticas y económicas.

Este cambio tiene consecuencias inmediatas sobre el desarrollo de las energías renovables en México. En primer lugar, el hecho de que fuentes de energía como cogeneración y centrales termoeléctricas con captura de carbono se consideren “limpias” es una barrera política pues, como consecuencia de una decisión que refleja la articulación de intereses, incentiva la preservación del modelo basado en el uso de hidrocarburos. A pesar de que el gas y el combustóleo no son la única fuente de energía en las centrales termoeléctricas y de cogeneración eficiente de ciclo abierto,²³³ estas plantas generan electricidad a partir de procesos que utilizan hidrocarburos. Esto quiere decir que, aunque al momento de producir electricidad emitan una cantidad comparativamente baja de contaminantes (lo que las hace “limpias”), estas formas de generación siguen estimulando considerablemente la cadena de valor fósil; es decir, la extracción (con petróleo o mediante la fracturación hidráulica o *fracking*), el transporte (construcción de

²³¹ *Renewables Information 2016*, IEA, París, 2016, disponible en goo.gl/bFWDxK.

²³² Un ejemplo claro de lo impreciso de este concepto se refleja en el debate sobre si la energía nuclear es limpia o no. Para más información sobre esto véase el primer capítulo de esta investigación.

²³³ Es importante señalar que, aunque la ley excluye explícitamente la cogeneración en ciclo combinado (gas natural y vapor al mismo tiempo), no excluye la cogeneración con turbina de gas (véase “Resolución de la CRE por la que se expiden las Disposiciones administrativas de carácter general que contienen los criterios de eficiencia y establecen la metodología de cálculo para determinar el porcentaje de energía libre de combustible en fuentes de energía y procesos de generación de energía eléctrica, *Diario Oficial de la Federación*, 22 de diciembre 2016, disponible en <https://goo.gl/SNEXBf>).

gasoductos y uso de pipas) y la combustión de gas natural y combustóleo. Además, se emiten grandes volúmenes de GEI (sobre todo CO₂ y metano) por fugas de gas en todo el proceso.²³⁴

En segundo lugar, la inclusión de la producción de grandes hidroeléctricas dentro del término de energías “limpias” aumenta automáticamente el porcentaje alcanzado en las metas de política de generación, lo cual puede reducir la urgencia por invertir recursos en fuentes verdaderamente “amigables” con el medio ambiente (renovables) y las posibilidades de cumplir con los objetivos de política ambiental. Me explico. Dado que las metas de participación de energías “limpias” no están desglosadas (no estipulan cuánta generación se espera de cada fuente de energía), no importa cómo se constituyan los porcentajes. Esto no es un problema *per se*, pero revela los incentivos políticos inmersos en el diseño de una definición amplia de energías “limpias” (es más fácil cumplir las metas bajo el concepto de energías “limpias” que renovables). Además, si se toma en cuenta la cantidad de grandes hidroeléctricas en operación y sus impactos ambientales, la amplitud del nuevo marco legal perjudica significativamente la transición energética a fuentes “verdes” de energía: se están alcanzando las metas, pero utilizando fuentes de generación cuya “limpieza” es cuestionable. De esta manera, el cambio de nomenclatura se traduce también en una barrera de planeación estratégica: el concepto de energías “limpias” utilizado en las metas establecidas en la LTE bloquea la participación de las energías renovables en sentido estricto, reduciendo los incentivos políticos del gobierno para propiciarla. En el primer semestre de 2016, la SENER reportó que de los 30,586 GWh generados a partir de energías “limpias” (19.8% de la generación nacional total), poco más de 12 mil GWh se

²³⁴ Si bien es cierto que la combustión de gas natural es menos dañina para el ambiente que la del combustóleo, sus procesos de extracción y transporte son mucho más contaminantes. Durante los procesos de fracturación hidráulica se escapan, por ejemplo, grandes cantidades de CO₂ y metano a la atmósfera y, sobre todo, a los mantos acuíferos, los cuales quedan inutilizables. A pesar de que en México esta práctica de extracción todavía no está institucionalizada (la mayoría del gas que se produce es asociado), mucho del gas importado de EUA tiene este origen (véase Theo Colborn *et al.*, “Natural Gas Operations from a Public Health Perspective”, *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 17(2011), pp. 1039-1056).

generaron en centrales hidroeléctricas de gran capacidad.²³⁵ En otras palabras, cerca de la mitad del porcentaje que se ha acumulado para cumplir la meta de 2018 proviene de las grandes hidroeléctricas (la mayoría construidas antes de la Reforma Energética).²³⁶

Por último, cabe destacar algunas de las implicaciones que este cambio de nomenclatura tiene sobre el instrumento diseñado para incrementar la aportación de energías “limpias”: los CEL. Si bien discutiré detalladamente este mecanismo y sus principales dificultades en la siguiente sección, por ahora basta decir que la amplitud conceptual excesiva tendrá un efecto sobre los CEL parecido al que tiene sobre las metas de generación. Debido a que los requisitos mínimos de obtención de Certificados no están desglosados (no estipulan subporcentajes por tecnología de generación), ni diferenciados (se entrega un CEL por cada MWh sin importar la diferencia entre inversiones y los parámetros de contaminación de cada tecnología), es poco probable que el mercado de Certificados se traduzca en un aumento directo y significativo de proyectos de generación a partir de energías renovables.

A pesar de que algunos funcionarios de la CRE sugirieron la creación de CEL diferenciados —es decir, que se entregaran más o menos dependiendo de la fuente energética—, la SENER adoptó una postura de mercado abierto; decidió no utilizar los Certificados como promotor de tecnologías²³⁷ y concluyó que, dentro del concepto de energías “limpias”, todas son

²³⁵ *Prospectiva de Energías Renovables 2016-2030, op. cit.*, p. 40-45.

²³⁶ L. Ramos y M. Montenegro, art. cit., pp. 108-110.

²³⁷ La Mtra. Norma Álvarez, Directora General de la Dirección de Integración de Energías Limpias en la CRE, señaló que dentro de los equipos de trabajo donde se diseñaron los CEL, la CRE propuso que, además de ser un ingreso extra para los generadores “limpios”, los Certificados funcionaran como promotores tecnología. Es decir, que se reconociera la inversión extra que hay entre las diferentes centrales de energías limpias, con el objetivo de promoverla. No cuesta lo mismo invertir en una planta hidroeléctrica que en una central geotérmica, que implica mayor inversión de capital físico y humano (Entrevista con Norma Álvarez y Alberto Campos, 23 de febrero 2017).

iguales. No obstante, la diferenciación podría ser un mecanismo efectivo para impulsar todas las energías “limpias” y no sólo las más rentables.²³⁸

CERTIFICADOS DE ENERGÍAS LIMPIAS (CEL)

La creación de mecanismos de política pública para fomentar el desarrollo de las energías renovables y limpias no son recientes. Debido a que los proyectos de estos tipos de energía enfrentan distintas barreras sociales, políticas y económicas asociadas al uso generalizado de energías convencionales (que se configuran dependiendo del contexto y la situación de cada nación), en las últimas décadas, los gobiernos de varios países han adoptado mecanismos para fomentar la participación de las energías renovables o limpias, para alcanzar metas de reducción de emisiones. En general, se pueden clasificar en dos grandes grupos: 1) aquellos mecanismos que determinan políticamente los *precios* (sistemas de primas o “*feed in tariffs*”) y 2) los que determinan la *cantidad* de generación deseada (esquemas de comercio de certificados verdes).

Por un lado, los sistemas de primas se basan en el establecimiento de tarifas especiales para la electricidad generada con energías renovables, ya sea en su totalidad (tarifa regulada total) o solamente en parte (prima o incentivo que se suma al precio general del MWh en el mercado eléctrico).²³⁹ En otras palabras, con este mecanismo, mientras que las plantas de energía convencional venden su electricidad a precios competitivos de mercado, los generadores renovables venden su energía a cambio de una tarifa fija o mínima. Así, este mecanismo de mercado asegura un ingreso estable y “suficiente” para manejar de manera rentable el desarrollo

²³⁸ De acuerdo con Fabián de Valle, investigador y líder de proyectos en el Centro Mario Molina, “si partimos de la idea que hay que diversificar la matriz, en algunos casos, [los CEL] deberían estar diferenciados, como en el caso de la energía eólica en mar adentro” (Entrevista con Fabián del Valle, 14 de febrero 2017).

²³⁹ Para más información acerca del funcionamiento de los *feed-in tariffs* véase Karlynn Cory, Toby Couture, y Claire Kreycik, “Feed-in Tariff Policy: Design, Implementation, and RPS Policy Interactions”, *National Renewable Energy Laboratory*, 2009, p. 2.

de los proyectos. Este instrumento de política se ha adoptado con resultados favorables en las legislaciones de Alemania, Dinamarca, Brasil, España, entre otras.

Por otro lado, en los esquemas de comercio de certificados verdes, los gobiernos establecen cantidades o cuotas mínimas (generalmente crecientes en el tiempo) de suministro, compra o generación (dependiendo el caso) de electricidad renovable para algunos sujetos del mercado, como es el caso de México. Al finalizar un periodo determinado de tiempo, los sujetos obligados pueden demostrar el cumplimiento de sus cuotas mediante la entrega virtual de una cantidad determinada de Certificados; es decir, títulos —generados individualmente o comprados— que acreditan el origen renovable de la electricidad. Los Certificados se emiten previamente y son entregados por la autoridad competente al momento de la generación. Países como Gran Bretaña, 26 estados de Estados Unidos, Australia y Chile tienen mecanismos de este tipo incluidos en sus legislaciones.²⁴⁰

Ahora bien, dado que ambos grupos de mecanismos de política tienen el mismo objetivo —aumentar la participación de energías renovables y limpias en las matrices energéticas—, es necesario distinguir los criterios de los gobiernos para escoger el instrumento de política indicado para su situación particular. La experiencia internacional es diversa: hay más de 70 casos y debido a que difícilmente se puede aislar el desempeño de cada mecanismo del contexto político en el que se diseñó (los países adoptan variantes de los modelos teóricos de acuerdo con sus necesidades), concluir cuál fomenta más efectivamente la inclusión de las energías alternativas es complicado.²⁴¹

Teóricamente, en un escenario de ausencia de incertidumbre, ambos mecanismos (precios y cuotas) son equivalentes.²⁴² Si los diseñadores de políticas públicas tienen información

²⁴⁰ Philippe Menanteau *et al.*, “Prices Versus Quantities: choosing policies for promoting the development of renewable energy”, *Energy Policy*, 31 (2003), 803.

²⁴¹ *Certificados de Energía Limpia. Consideraciones para promover su inversión*, IMCO, México, 2015, p. 5.

²⁴² B. Saveyn, art. cit., p. 129.

completa sobre los costos marginales de generación y la demanda de electricidad, pueden determinar primas o cuotas capaces de incrementar la participación renovable a los niveles deseados. Los gobiernos son indiferentes entre los mecanismos, pues con ambos se alcanza el objetivo de política pública.²⁴³ Sin embargo, estos supuestos no se cumplen en la realidad y la información es incompleta. Los parámetros necesarios para determinar la magnitud óptima de los mecanismos (el precio o la cantidad correcta de certificados verdes) son desconocidos para los gobiernos, generalmente. Las estimaciones sobre las futuras demandas de electricidad son inexactas y la información sobre las curvas marginales de producción suele estar restringida a los directivos de las empresas generadoras por motivos de competitividad.

A pesar de la falta de información, se pueden extraer de la literatura cuatro criterios con base en los cuales los diseñadores de política pública pueden apoyar su decisión:²⁴⁴ 1) estímulo a la innovación y diversificación; 2) eficiencia de mercado; 3) certidumbre para generadores; y 4) despliegue de energías renovables. Con respecto al primer criterio, hay evidencia empírica de que, a menos que estén diferenciados, los esquemas de certificados verdes estimulan considerablemente menos el desarrollo tecnológico y la diversificación que los sistemas de primas. Dado que el objetivo principal de los sistemas de primas es garantizar el ingreso mínimo de *todos* los generadores considerados como renovables, este instrumento vuelve rentables tecnologías que, por su grado de inmadurez, en ningún otro escenario podrían superar el “valle

²⁴³ Robert Marschinski y Philippe Quirion, “Tradable Renewable Quota vs Feed in Tariff vs Feed in Premium under Uncertainty”, *Fondazione Eni Enrico Mattei*, 2014, p. 2.

²⁴⁴ Véase Lucy Butler y Karsten Neuhoff, “Comparison of Feed-in Tariff, Quota and Auction Mechanisms to Support Wind Power Development”, *Renewable Energy*, 33 (2008), pp. 1854-1867; P. Menanteau, art. cit., pp. 799-812; Reinhard Haas, *et al.*, A Historical Review of Promotion Strategies for Electricity from Renewable Energy Sources in EU Countries, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(2011), pp. 1003-1034; Gabriela Elizondo y Luiz Barroso, *Design and Performance of Policy Instruments to Promote the Development of Renewable Energy: Emerging Experience in Selected Developing Countries*, Washington D.C., The World Bank, 2011; Aidan Stennett, *Incentivizing Renewable Electricity. A Comparison of Renewable Obligation Certificates and Feed-in Tariffs*, Belfast, Northern Ireland Assembly, 2010.

de la muerte”; es decir, el costoso periodo entre el bosquejo de prototipos, la comercialización de energía y la rentabilidad.²⁴⁵

En contraste, en los esquemas de certificados verdes los generadores renovables compiten entre sí para vender sus certificados. Esto crea ganadores y perdedores: el mercado favorece a las tecnologías más maduras y baratas, mientras que las tecnologías en fases de desarrollo prematuro (que son más caras) no pueden competir y, por lo tanto, desplegarse. Cabe destacar que, con este mecanismo, cualquier diferenciación tecnológica puede distorsionar el mercado. Incrementar el precio de los certificados y ampliar las obligaciones de compra (que cada participante obligado compre certificados de todo tipo de tecnología) puede “afectar la liquidez de los intercambios comerciales”;²⁴⁶ es decir, dejar algunos certificados fuera del mercado o causar inconformidades justificadas en los participantes obligados.²⁴⁷

Respecto al segundo criterio (eficiencia de mercado), en la literatura se señala que, si prevalece una idea de mercado en la política del sector, el mecanismo de certificados puede ser más apropiado, pues 1) estimula más la reducción de costos (en las tecnologías más maduras); 2) distorsiona poco el mercado; y 3) simplifica la intervención y costos gubernamentales.²⁴⁸ Como señalé arriba, bajo los esquemas de certificados las energías renovables no sólo compiten con las energías convencionales en condiciones igualitarias para vender su electricidad en el mercado,

²⁴⁵ Un ejemplo destacable de cómo funciona este mecanismo es el caso de la energía solar y eólica, las cuales desde hace unos cinco años ya son tecnologías maduras y sumamente competitivas gracias a los esquemas de primas aplicados, sobre todo, en Alemania desde 1991 (Christoph Böhringer *et al.*, “The impact of the German Feed-in Tariff Scheme on Innovation: Evidence Based on Patent Filing in Renewable Energy Technologies”, *Energy Economics*, 67 (2017), pp. 545-553.

²⁴⁶ B. Saveyn, art. cit., p. 129.

²⁴⁷ Un ejemplo de este fenómeno se puede observar en el caso australiano donde los certificados están diferenciados por tecnología. A pesar de que no se diseñaron inicialmente así, se diferenciaron porque en los primeros años de implementación todos los certificados estaban en manos de las grandes hidroeléctricas. Sin embargo, al implementar la diferenciación se distorsionó el mercado: los certificados subieron de precio (85 dólares), haciendo más barato pagar la penalización (65 dólares). Actualmente el gobierno australiano busca la forma de hacerlo más coste-eficiente (IMCO, *op. cit.*, p. 28; Jane Norman, “Renewable Energy Target Explained”, *ABC News*, 22 de febrero 2017, disponible en <https://goo.gl/j2eZet>, consultado el 20 de mayo de 2017).

²⁴⁸ Shahrouz Abolgosseini y Almas Heshmati, “The Main Support Mechanisms to Finance Renewable Energy Development”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 40(2014), p. 884.

sino que compiten también entre sí para vender los certificados (que son un ingreso extra). La consecuencia directa de esta doble competencia es que los generadores renovables tienen incentivos múltiples para reducir constantemente sus costos sin necesidad de que el gobierno entregue recursos para subsidiar a las tecnologías menos competitivas. El esquema induce, pues, a que la matriz tenga la mezcla más eficiente económicamente hablando (sólo se genera electricidad a partir de las fuentes más baratas). En contraste, los sistemas de primas aíslan, en cierta medida, a los generadores renovables de algunas de las volatilidades asociadas al mercado de electricidad (nadie pierde completamente) y, por lo tanto, pueden llegar a evitar que los generadores trabajen de manera costo-eficiente.²⁴⁹ No obstante, los sistemas de primas no son incompatibles con un mercado de electricidad liberalizado.²⁵⁰ El ajuste sistemático de las primas (revisar constantemente las curvas de costos) puede reducir las distorsiones del mercado e incrementar considerablemente la capacidad de este mecanismo para fomentar la competitividad y los precios bajos. Además, es importante señalar que la certidumbre que ofrecen los sistemas de primas a los inversionistas puede incentivar la reducción de costos de generación, como demuestra el caso alemán.²⁵¹

En ese sentido, sobre el tercer criterio (certidumbre), los sistemas de primas suelen proporcionar mayor seguridad financiera a los inversionistas que los esquemas de certificados. La lógica es la siguiente: mientras que en los sistemas de primas se asegura un ingreso mínimo a los generadores renovables durante un periodo de tiempo determinado, los ingresos provenientes de los certificados no son fijos y, en realidad, nada garantiza que sean lo suficientemente altos como

²⁴⁹ P. Menanteau, art. cit., p. 808.

²⁵⁰ Véase Julieta Schallenber-Rodríguez, “Renewable Electricity Support Systems: Are Feed-in Systems Taking the Lead?”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76 (2017).

²⁵¹ En una comparación hecha entre el sistema de primas alemán y el esquema de certificados británico se puede ver que la competencia fue mucho mayor en el primero, pues estimuló el desarrollo tecnológico temprano de turbinas e infraestructura eficiente —dos factores que impactaron profundamente los precios finales. El caso alemán también presentó mejores tarifas y mayor despliegue de energía eólica (L. Butler, art. cit., pp. 1864 y 1865).

para cubrir costos o aumentar la competitividad productiva de todas las energías renovables.²⁵² Que el precio de los certificados se determine en el mercado crea incertidumbre para todos los inversionistas —así como para las fuentes de financiamiento—, sobre todo, en los casos donde se quiere invertir en energías menos consolidadas (por ejemplo, geotermia y mareomotriz).²⁵³ Una forma de disminuir el riesgo asociado al mercado de certificados es hacer contratos de largo plazo (asegurar un precio fijo durante un tiempo determinado). No obstante, esto se puede traducir en precios aún menores por MW/certificado²⁵⁴ y, por lo tanto, con menor capacidad de incentivar desarrollo tecnológico y generación.

Finalmente, respecto al cuarto criterio (despliegue de energía), cabe destacar que, a pesar de que el objetivo principal de los dos mecanismos es aumentar la participación de las energías renovables, estimar acertadamente la contribución de cada instrumento no suele ser el criterio definitorio durante el proceso de selección de mecanismos. Aunque en la Unión Europea (países con mayor experiencia en instrumentos de este tipo) se observó mayor despliegue de energía renovable en los países que contaban con sistemas de primas en la última década (por ejemplo, Alemania y España), que en países donde se instauraron esquemas de certificados verdes (por ejemplo, Gran Bretaña o Italia),²⁵⁵ algunos autores señalan que en los primeros se logró a un

²⁵² Marc Ringel, “Fostering the Use of Renewables Energies in the European Union: The Race between Feed-in Tariffs and Green Certificates”, *Renewable Energy*, 31 (2006), p. 11.

²⁵³ Consciente de este problema, Gran Bretaña incluyó un sistema de primas en su mercado eléctrico en 2011, a pesar de ya contar con un muy consolidado esquema de certificados. El objetivo de este cambio era (y es) dar más certidumbre de ingresos a los generadores renovables, sobre todo, aquellos de pequeña producción y energías menos maduras. Sólo en 2013 gracias a los sistemas de primas se añadieron alrededor de 452 MWh de capacidad (véase, Deloitte, *Electricity Market Reform. Country Profile: UK*, Zurich, Deloitte Conseil, 2015).

²⁵⁴ A. Stennett, art. cit., pp. 18 y 19.

²⁵⁵ Véase C.G. Dong, “Feed-in Tariff vs. Renewable Portfolio Standard: An Empirical Test of Their Relative Effectiveness in Promoting Wind Capacity Development”, *Energy Policy*, 42 (2012), pp. 476-485; y Gustav Resch, et al., *Feed-in Tariffs and Quotas for Renewable Energy in Europe*, Viena, Vienna University of Technology-Fraunhofer Institute Systems and Innovation Research-European Commission, 2007.

costo excesivo y, por lo tanto, no representan las mejores prácticas.²⁵⁶ Lo cual demuestra que la decisión sobre qué instrumento implementar es, en realidad, una decisión casi exclusivamente política, en la cual los objetivos planteados sobre participación de energías renovables o reducción de emisiones se toman en cuenta, pero no son el factor determinante.

El caso mexicano ejemplifica esta lógica. A pesar de tener objetivos de generación “limpia” y reducción de emisiones a nivel nacional, la prioridad principal en el proceso de selección de instrumentos de participación en México fue proteger la competencia y distorsionar al recién creado MEM lo menos posible. Sin tomar en cuenta la clara ventaja institucional y económica que tienen las energías convencionales, durante los procesos definitorios del esquema de participación de energías “limpias” prevalecieron los criterios de eficiencia de mercado y libre competencia, a partir de los cuales se decidió que el Estado no daría incentivos extra a ninguna tecnología, “ni pagaría los sobrecostos de impulsar una diversificación energética amplia”.²⁵⁷ A partir de la idea de “energías limpias sí, pero sólo con métodos baratos”,²⁵⁸ el gobierno mexicano diseñó e implementó el esquema de CEL.

Teóricamente, los certificados funcionan como un ingreso “extra” para que los generadores de energías “limpias” puedan ser competitivos. Sin embargo, como mencioné arriba, el problema de cualquier esquema de certificados es la volatilidad de sus precios. Si no se establece un precio mínimo —ya sea mediante la diferenciación por tipo de tecnología o mediante un sistema de “bandas” por categoría de tecnología—, el efecto del esquema sobre la economía de los generadores “limpios” puede llegar a ser prácticamente nulo. Este fenómeno de

²⁵⁶ Andri Pyrgou, *et al.*, “The Future of the Feed-in Tariff (Fit) Scheme in Europe: The Case of Photovoltaics”, *Energy Policy*, 95 (2016), p. 98; Maria Teresa Costa y Elisa Trujillo-Baute, “Retail Price Effects of Feed-in Tariff Regulation”, *Energy Economics*, 51 (2015), p. 164.

²⁵⁷ Entrevista con Jeff Pavlovic, Director General de Seguimiento y Coordinación de la Industria Eléctrica de la SENER, 9 de febrero 2017.

²⁵⁸ César Emiliano Hernández, “La transición energética en México”, Ciudad de México, Universidad Iberoamericana, 8 de noviembre 2017. [Ponencia]

nulidad se puede agravar si la mayor parte de los certificados se asignan a partir de subastas y contratos de largo plazo.

Éste es el caso de los CEL. En contraste con la experiencia internacional —como son los casos de Bélgica, Gran Bretaña, Australia, entre otros, que tienen esquemas diferenciados de “bandas” para determinar el precio de los certificados—,²⁵⁹ el gobierno mexicano implementó un esquema de certificados tecnológicamente neutro, donde el valor por certificado se asigna a partir de las señales de precios que mandan las subastas de largo plazo, en las que se subastan “paquetes” que incluyen un MWh y un CEL al mejor postor “limpio”.

Los resultados son ambivalentes. Desde la primera subasta, en México se han obtenido precios históricamente bajos a nivel mundial de energía limpia —sobre todo en solar fotovoltaica—, lo cual ha sido sumamente celebrado en la prensa internacional.²⁶⁰ No obstante, si se evalúa el “éxito” de las subastas más allá del criterio de tarifas (precio por “paquete”), la ausencia de precios mínimos puede ser perjudicial para la transición y diversificación energética en México en el largo plazo por dos razones principales: 1) que los CEL no sean un incentivo real para fomentar inversiones de energía “limpia” (barrera económica); y 2) que sólo estimulen los tipos más baratos de generación “limpia” (barrera tecnológica).

²⁵⁹ Véase Aviel Verbruggen, *et al.*, “The 2013 Reforms of the Flemish Renewable Electricity Support: Missed Opportunities”, *Renewable Energy* 83 (2015); KPMG International Cooperative, *Taxes and Incentives for Renewable Energy*, Estocolmo, KPMG, 2015; Kerri Brick y Martine Visser, *Green Certificate Trading*, Ciudad del Cabo, Energy Research Center-University of Cape Town, 2009.

²⁶⁰ Jess Shankleman y Chris Martin, “Solar Could Beat Coal to Become the Cheapest Power on Earth”, *Bloomberg*, 2 de enero 2017, disponible en goo.gl/KnmyR4, consultado el 7 de marzo 2018; Karol García, “Subastas tiran precios de energía renovable”, *El Economista*, 23 de noviembre 2017, disponible en goo.gl/uKQdHK, consultado el 5 de marzo 2018; Anthony Harrup, “Mexico Secures Even Lower Prices for Clean Energy in Auction”, *The Wall Street Journal*, 16 de noviembre 2017, disponible en goo.gl/1U8cYi, consultado 5 de marzo 2018.

Los Certificados de Energía Limpia como incentivo a la inversión

Que los “paquetes” de energía se estén ofertando a precios cada vez más bajos (en la tercera subasta el precio promedio por “paquete” fue de 20.57 dólares, 50% más bajo que lo que se obtuvo en la primera subasta)²⁶¹ implica que, posiblemente, el precio por CEL vaya a ser irrelevante en los procesos de toma de decisión de cualquier inversionista que quiera invertir en una planta de generación “limpia” y, por lo tanto, sean más bien una *feel-good scam*.²⁶² De acuerdo con Fernando Madrazo, Director General Adjunto de Seguimiento y Coordinación de la Industria Eléctrica de la SENER, los ejercicios que se han hecho hasta ahora para tratar de predecir el comportamiento del mercado de CEL —que entra en operación a finales de 2018— prevén que “el precio individual por certificado sea de aproximadamente 10 dólares”.²⁶³ Si bien este precio puede subir o bajar (la oferta y demanda al punto de venta en el mercado determinarán el precio final para 2018), comparado con el precio por certificado de otros países del mundo,²⁶⁴ el precio por CEL es poco estimulante en términos de inversión. Para que los certificados no sean solamente “una buena intención” (*feel-good scam*) y funcionen realmente como incentivos, “el precio promedio por certificado debería de ser por lo menos igual al costo

²⁶¹ Durante la primera subasta el precio unitario por “paquete” (certificado y capacidad de generación) promedió 41.8 dólares (Edgar Sigler, “Las solares ‘brillan’ en la primera subasta de energía limpia”, *Expansión*, 30 de marzo 2016, disponible en goo.gl/fSEvff, consultado el 6 de marzo 2018).

²⁶² En su artículo, Daniel Press describe a los esquemas de certificados como “a lo más, un símbolo de la intención de aumentar la participación de energías renovables sin impactos realmente relevantes” (“Opinion: ‘Renewable Energy Certificates’ are a Feel-good Scam”, *The Mercury News*, 1 abril 2009, disponible en goo.gl/EAHpw6, consultado el 20 de septiembre 2017).

²⁶³ Entrevista con Fernando Madrazo Vega, Director General Adjunto de Seguimiento y Coordinación de la Industria Eléctrica de la SENER, 10 de noviembre 2017.

²⁶⁴ China, por ejemplo, está vendiendo sus certificados en un rango promedio de 21 a 38 dólares por certificado (Eric Ng, “Why China’s Costly “Green Energy Certificate” has not Helped Cash-trapped Renewable Energy Firms”, *South China Morning Post*, 19 de octubre 2017, disponible en goo.gl/u5uUy1, consultado 7 de marzo 2018). En Gran Bretaña el precio promedio por certificado (*Renewable Obligation Certificate*) es de 63 dólares para la obligación de 2017–2018 (Henry Edwardes-Evans, “UK Green Certificate Price Hits Six-year High at Monthly Auction”, *S&P Global Platts*, 1 septiembre 2017, disponible en goo.gl/HB6zf8, consultado el 7 de marzo 2018). Para 2016 el precio promedio por “paquete” en Suecia y Noruega fue de 41 dólares (Kristin Linnerud y Morten Simonsen, “Swedish-Norwegian Tradable Green Certificates: Scheme Design Flaws and Perceived Investment Barriers”, *Energy Policy*, 106 (2017), p. 561).

diferencial marginal entre generar con una fuente limpia o una fuente convencional de energía”;²⁶⁵ es decir, debería representar una parte significativa de las ganancias. De lo contrario, el diseño de los CEL se convierte en una barrera económica en el sentido que en lugar de promover la participación de energías “limpias” en un sector eléctrico dominado por energías convencionales, desincentiva que se desarrollen otros mecanismos (si ya existe un instrumento no es necesario crear otro, aunque el primero no funcione como debería).

Ahora bien, un argumento en contra de este razonamiento podría ser que, debido a que el precio de los certificados refleja las condiciones del mercado (es decir, cantidad de oferta y demanda), el hecho de que los CEL sean baratos manifiesta el exceso de oferta de certificados y, por lo tanto, de energía “limpia” que no requiere incentivos extras. Para sostener este argumento normalmente se utiliza el caso de Texas, donde el esquema para incrementar la participación de energías renovables en la generación eléctrica fue tan exitoso²⁶⁶ que los precios de los certificados (llamados Créditos de Energía Renovable o REC por sus siglas en inglés) cayeron a menos de un dólar por título en 15 años.²⁶⁷ No obstante, sugerir que México está, a poco más de un año de la primera subasta, en una fase similar a Texas es engañoso, por decir lo menos.²⁶⁸

Si bien las tres subastas llevadas a cabo por la SENER han sido sumamente exitosas —en total se pretenden añadir cerca de 7,500 MW de nueva capacidad de generación “limpia” para 2022—²⁶⁹ el porcentaje de participación de las energías “limpias” respecto al total de generación

²⁶⁵ Klaus Skytte y S.G. Jensen, “Interactions Between the Power and Green Certificate Markets”, *Energy Policy*, 30 (2002), p. 426.

²⁶⁶ Texas es uno de los estados con más participación de energía renovable en el mundo —cuenta con más de 18,000 MW de capacidad renovable y satisface 45% de las necesidades eléctricas totales del estado con energía eólica.

²⁶⁷ Amanda Luhavalja, “Texas REC Prices Stall Beneath \$1/MWh Amid Bearish Supply, Demand Factors”, *S&P Global Market Intelligence*, 17 mayo 2017, disponible en goo.gl/xNjr5n, consultado el 19 de marzo 2018.

²⁶⁸ Además, se debe tomar en consideración la dimensión geográfica. El territorio de Texas representa 35% del territorio en México y atiende la demanda eléctrica de cerca de 27 millones (21% de la población en México), lo que complica todavía más la comparación.

²⁶⁹ SENER, “En la tercera Subasta Eléctrica mexicana se obtuvo uno de los precios más bajos internacionalmente: Pedro Joaquín Coldwell”, Boletín 111, disponible en goo.gl/5HWn3T.

del país será apenas de 11%. Por lo tanto, más que deberse a un exceso de oferta de energías “limpias”, el precio de los certificados se puede explicar por una escasez de demanda: la obligación de adquisición de CEL fue demasiado baja, por lo menos para los primeros dos años (5% y 5.8% respectivamente).²⁷⁰ Además, se implementó un mecanismo de flexibilidad mediante el cual los participantes obligados pueden diferir la liquidación de hasta 50% de sus obligaciones en cada periodo de obligación hasta por dos años,²⁷¹ lo cual, según Héctor Treviño —Director Ejecutivo de la Asociación Mexicana de Energía Eólica (AMDEE)— puede ser sumamente perjudicial para la efectividad del mecanismo. Dado que todos los participantes obligados pueden postergar parte de la obligación, la meta alcanzada por año se puede reducir significativamente (hasta 25% si todos difieren),²⁷² provocando una demanda aún menor de CEL y una disminución de su precio.

Los bajos precios también se pueden entender a partir de los resultados obtenidos en las primeras tres subastas de largo plazo. Actualmente, el precio promedio por “paquete” de energía es de 31.87 dólares,²⁷³ que está entre los más bajos alcanzados a nivel internacional. No obstante, hay una preocupación compartida en el sector sobre la rentabilidad y sostenibilidad de estos proyectos. La CFE tenía contemplado, por ejemplo, pagar 65% más por paquete de energía,²⁷⁴ lo que refleja lo inesperados que fueron los precios aún para las compañías involucradas en el sector

²⁷⁰ Para 2018 la obligación de adquisición es de 5%, para 2019 5.8%, para 2020 mw.4%, para 2021 10.9 y para 2022 13.9%. De acuerdo con Héctor Treviño (Director Ejecutivo de la AMDEE, Víctor Ramírez (Director Ejecutivo de la ANES) y Jaime de la Rosa Jr. (Director General de ALARDE) los porcentajes son demasiado conservadores y prevén que no incentivarán tanto el despliegue de infraestructura “limpia”, ya que se está limitando demasiado al mecanismo (entrevista con Héctor J. Treviño, 4 de enero 2017; entrevista con Víctor Ramírez, 12 de enero 2017; Jaime de la Rosa Jr., 19 de enero 2017).

²⁷¹ Este mecanismo de flexibilidad está sujeto a que se cumplan alguna de las dos condiciones siguientes: 1) que, durante el año de aplicación de la obligación, la CRE determine que el número total de CEL registrados no cubra al menos 70% del monto total de la obligación; o 2) que el precio de los CEL, resultado de las subastas de suministro básico, sea mayor a 60 UDI. Dicho régimen será transitorio durante los primeros cuatro años en que entre en operación el instrumento de CEL.

²⁷² IMCO, *op cit.*, p. 13.

²⁷³ Precio promedio por paquete de las tres subastas.

²⁷⁴ K. Garcia, art. cit.

con información relevante. En particular, se piensa que los desarrolladores probablemente hicieron pujas basadas en “presunciones poco realistas” sobre futuros precios de equipos,²⁷⁵ insumos y, sobre todo, costos de operación generales;²⁷⁶ “no contemplaron los costos asociados a la incertidumbre”.²⁷⁷

De acuerdo con funcionarios de la SENER,²⁷⁸ de los 18 proyectos de energía solar y eólica que ganaron la primera subasta y deben entrar en operación este año (2018),²⁷⁹ solamente 5 prevén comenzar operaciones a tiempo, 1 ya lo hizo y 2 están adelantados. El resto de los proyectos están detenidos (como es el caso de los dos proyectos del Consorcio Chacabal)²⁸⁰ o atrasados (como el proyecto de Photomeris Sustentable, cuya entrada en operación en Mérida estaba planeada para el 1 de enero 2018). Si bien no queda claro que el retraso de los proyectos se deba a cuestiones de financiamiento (no hay declaraciones públicas de la CRE), estos retrasos se traducen inevitablemente en “costos extra” (hay que guardar los equipos, pagar tiempo extra a

²⁷⁵ Entrevista con Víctor Ramírez, director ejecutivo de la Asociación Nacional de Energía Solar, 12 de enero 2017; entrevista con Erik Mendoza, Director de Gestión de Contratos en Gas Natural Fenosa, 28 de febrero 2017; Charles Thurston, “As Mexican Solar Auction Prices Scrape Bottom, Will Quality be Threatened?”, *Renewable Energy World*, 27 de noviembre 2017, disponible en goo.gl/nXaucz, consultado el 12 de febrero 2018.

²⁷⁶ Un caso similar es el de la India, donde los precios obtenidos en las subastas fueron tan bajos que se duda de su sostenibilidad: los precios (único criterio que se toma en cuenta en las subastas) rebasan los umbrales de viabilidad económica (Jason Deign, “India’s Record-Low Wind and Solar Prices May Not Be Sustainable”, *Greentech Media*, 25 de septiembre 2017, disponible en goo.gl/udjnJ1, consultado el 17 de marzo 2018).

²⁷⁷ Entrevista con Jorge Huacuz, Investigador Nacional de Electricidad y Energía Limpia, 17 de febrero 2017.

²⁷⁸ Entrevista con funcionarios que prefirieron no ser citados directamente.

²⁷⁹ CENACE, Fallo de la Subasta y Asignación de Contratos Subasta de Largo Plazo SLP-1/2015, disponible en goo.gl/xDD71h, consultado el 17 de febrero 2018.

²⁸⁰ Los proyectos están enfrentando problemas legales respecto a la propiedad de las tierras, así como sobre la validez de sus estudios ambientales (“Nuevo rechazo a parque eólico”, *Diario de Yucatán*, 21 de julio 2017, disponible en goo.gl/3YfuST, consultado el 12 de marzo 2018).

los trabajadores, contratar abogados) que no fueron contemplados en los precios ofertados,²⁸¹ que posiblemente deban renegociarse.²⁸²

Insisto: los CEL se diseñaron como un instrumento de política pública para estimular la participación de las energías “limpias”; funcionan como un ingreso extra para que los generadores puedan competir en un mercado en condiciones económicas adversas donde las energías convencionales dominan con ventaja institucional y económica. En este sentido, a pesar de lo deseables que puedan parecer los precios por “paquete” de las primeras subastas de largo plazo en términos de “costos de la energía”, el hecho de que los generadores hayan reducido tanto sus márgenes de ganancia con tal de ofertar precios bajos no contribuye a cumplir con los objetivos de política de transición energética en el largo plazo, pues los dejan en manos de la volatilidad coyuntural de precios. En la medida que el esquema no contemple los retornos crecientes económicos asociados a los combustibles fósiles (como el acceso al financiamiento que tienen o las facilidades económicas con las que cuentan ese tipo de proyectos) y establezca un precio mínimo por certificado, se seguirá reduciendo significativamente el impacto de los CEL sobre las decisiones de inversión y, en consecuencia, su capacidad para competir: a menos de que los certificados compensen sustancialmente a los generadores “limpios” (los apoye para ser competitivos frente a las energías convencionales), los CEL son irrelevantes como política pública y perjudiciales para la transición energética pues son el único instrumento diseñado para propiciarla.

²⁸¹ De acuerdo con Jaime De la Rosa jr., Director General de Alarde, Gestión de Proyectos Energéticos, lagunas legales como la forma correcta de llevar a cabo la Evaluación de Impacto Social (EVIS), así como los reglamentos que faltan por escribir y la forma de lidiar con problemas ambientales aumentan los costos de los desarrolladores. En ese sentido, en su opinión el “éxito” de las subastas se pondrá entre comillas hasta que los proyectos (incluido el suyo) se concreten (entrevista, 19 de enero 2017). Cabe señalar que su compañía dirige un proyecto ganador de la primera subasta.

²⁸² A pesar de que la renegociación no está contemplada en el diseño de las subastas, es un mecanismo usado internacionalmente mediante el cual los proyectos podrían ajustar sus curvas de costos. Si bien no todas las empresas lo van a requerir en el futuro inmediato (las multinacionales con capacidades financieras altas pueden soportar la ausencia de utilidades en el corto y mediano plazo), si no se corrigen las causas que frenan a los proyectos, los precios tendrán que comenzar a subir (Lucas Davis, “Are Mexican Renewables Really this Cheap?”, *Berkeley Blog*, 4 de diciembre 2017, disponible en goo.gl/q8984S, consultado el 15 de marzo 2018).

Estímulo selectivo

Las fallas del esquema de CEL como mecanismo de política para aumentar la participación de energías renovables se agravan aún más en un contexto de neutralidad tecnológica. Me explico. Como señalé anteriormente, los esquemas de certificados no estimulan la diversificación energética porque, al poner en competencia a todas las energías “limpias”, el valor relativo de los certificados disminuye; es decir, si valen lo mismo sin importar la fuente, deja de funcionar como incentivo para las energías con mayores costos de producción (geotérmica, biomasa, mareomotriz). A menos que estén diferenciados (se otorguen cantidades distintas de certificados por tipo de tecnología o se definan “bandas” de precios mínimos por categoría de energía), sólo las tecnologías más baratas y maduras reciben incentivos, mientras que las tecnologías en fases de desarrollo prematuro (y más caras) no pueden competir por más potencial que tengan.

En México ya se observa esta configuración de mercado. De acuerdo con la SENER, a tres años de la Reforma Energética, se prevé que se añadan cerca de 7,500 MW de nueva capacidad instalada de energía limpia para 2022, de los cuales poco más de 95% serán solares y eólicos (con una aportación mínima en la tercera subasta de energía geotérmica).²⁸³ Si bien este aumento contribuye a cumplir las metas de energía “limpia” en la generación eléctrica, es necesario impulsar un esquema de diversidad energética debido a los riesgos asociados a depender de un conjunto reducido de fuentes de energía.

En el marco de transiciones energéticas, la integración de energías renovables es deseable para garantizar la seguridad energética —eliminan riesgos asociados con la volatilidad de precios de combustibles fósiles, así como riesgos relacionados con problemas con socios comerciales—, pero se requiere una estrategia de diversificación. Los diferentes modos y tiempos de generación de energía eléctrica de cada fuente las hacen complementarias: mientras que energías como la

²⁸³ Véanse fallos de la primera, segunda y tercera subasta respectivamente, disponibles en goo.gl/qhD5tV; goo.gl/cB4sAr; y goo.gl/Pa3cGa, consultados 19 de marzo 2018.

solar o eólica dependen de los ciclos naturales (que haya sol o viento), energías como las pequeñas hidroeléctricas, geotérmica y bioenergía tienen niveles comparables de estabilidad de suministro a las energías fósiles convencionales.²⁸⁴ Por lo tanto, la diversificación energética es un elemento fundamental para, por un lado, reducir los riesgos asociados a depender de un conjunto reducido de fuentes de energía como interrupciones en el suministro de energía, fluctuaciones en precios y otras fuerzas de mercado de los insumos de ciertas energías; por el otro lado, es fundamental para aumentar la participación de energías renovables, las cuales, en conjunto, disminuyen los costos asociados a su intermitencia y ciclos de generación (estabilidad y fiabilidad del sistema), aumentando sus posibilidades para desplazar a las energías convencionales.

Sin embargo, a diferencia de los esquemas de California o Australia,²⁸⁵ el esquema de certificados mexicano no toma en cuenta estas diferencias en los procesos de generación: sin importar las características de las instalaciones de generación, los costos o los grados de maduración tecnológica, la CRE otorga un CEL por cada MWh generado a partir de energías “limpias”, volviendo al mecanismo un retorno creciente a favor del arreglo institucional dominante que perpetua el grado de maduración incipiente de ciertas tecnologías renovables. Después de visibilizar estas desventajas en países que implementaron esquemas de certificados neutros, los gobiernos decidieron trasladarse a esquemas diferenciados como son los casos de Bélgica, Italia (antes de pasar a tener un esquema de primas) y Gran Bretaña,²⁸⁶ así como el estado de Texas cuando (después de seis años) en 2005 incorporó un factor multiplicativo a sus REC para fomentar la generación de electricidad con otras fuentes (si se produce energía

²⁸⁴ IEA, *Contributions of Renewables to Energy Security*, OCDE-IEA, 2007, p. 9.

²⁸⁵ IMCO, *op. cit.*, pp. 21-29.

²⁸⁶ Antes de abandonar el esquema de certificados por un sistema de primas, en Italia se introdujo en 2006 (después de tres años) un esquema de bandas para determinar el precio de los certificados, Bélgica lo hizo en 2013 (después de 11 años de tener un esquema neutro) y en Gran Bretaña se introdujo el sistema de bandas en 2009, aunque lo modificó en 2014 (A. Verbruggen, art. cit., p. 908; KPMG International Cooperative, *op. cit.*, p. 10).

eléctrica con otra fuente que no sea eólica el número de certificados entregados se multiplican por un factor establecido).²⁸⁷

Otra forma de contrarrestar los efectos negativos que tiene el esquema de certificados sobre la composición de la matriz energética es dar estímulos adicionales a aquellas tecnologías en fases de desarrollo prematuros,²⁸⁸ como incentivos fiscales (exenciones tributarias)²⁸⁹ o incentivos de inversión (como las exenciones arancelarias que existen en India y China para tecnología renovable).²⁹⁰ Otro ejemplo es cómo el estado de Texas estableció, además de los certificados diferenciados, metas específicas de generación para otros tipos de tecnología que no son eólica.²⁹¹

En ese sentido, si el objetivo de política es propiciar la transición energética, el aumento de la participación de energías “limpias” no puede estar sujeto a los costos marginales de cada tecnología, como lo está actualmente,²⁹² porque el mecanismo de CEL se traduce entonces en una barrera tecnológica que determina cuáles energías valen la pena desarrollar y cuáles no. Las fuentes de energía en fases de desarrollo prematuro están en clara desventaja, lo que mina severamente la estrategia general de transición energética (la hace parecer más cara y menos eficiente). Así, “aunque en el corto plazo la neutralidad tecnológica y la ausencia de precios mínimos parezca ser costo-eficiente, en el largo plazo será mucho más costosa”,²⁹³ pues, por un

²⁸⁷ Maria C. Faconti, “How Texas Overcame California as a Renewable State: A Look at the Texan Renewable Energy Success”, artículo para la Universidad de Texas, p. 420.

²⁸⁸ G. J. Schaeffer, *Options for Design of Tradable Green Certificate Systems*, Science and Technology Policy Research, Falmer, 2000, p. 19; Helge Sigurd Næss-Schmidt, *et al.*, *Efficient Strategy to Support Renewable Energy. Integration in Overall Climate and Energy Security Policies*, Copenhagen, Nordic Council of Ministers, 2013.

²⁸⁹ De acuerdo con Federico López de Alba, Gerente de la Gerencia de Protección Ambiental de la CFE, los certificados deberían estar acompañados de incentivos fiscales diseñados por la SHCP para apoyar a las energías “limpias” (entrevista hecha el 24 de febrero 2017).

²⁹⁰ Norbert Wohlgemuth y Reinhard Madlener, “Financial Support of Renewable Energy Systems: Investment vs Operating Cost Subsidies”, *Proceedings of the Norwegian Association for Energy Economics*, 2000, pp. 4-5.

²⁹¹ *Loc. cit.*

²⁹² Entrevista con Miguel Toro, Investigador del Centro de Investigación para el Desarrollo y la Universidad de Chicago, 26 de enero 2017.

²⁹³ G. Resch, *op. cit.*, p. 32.

lado, no hay una estrategia de diversificación que atienda los problemas asociados a depender a un conjunto limitado de tecnologías y, por el otro, se marginalizan energías con alto potencial de generación, como la geotérmica. En lugar de que los CEL funcionen como un catalizador de inversiones de todo tipo de energías “limpias”, restringen, pues, el margen de maniobra de los actores interesados en invertir en proyectos: escogen sólo los que pueden desarrollar a bajo costo sin tener utilidades en el corto plazo.²⁹⁴

LAS METAS ASPIRACIONALES DE GENERACIÓN “LIMPIA” Y OBLIGACIÓN DE CEL

La reforma energética en materia de electricidad supuso un avance en la transición energética en el sentido de que, por primera vez, se cuantificaron las metas de participación de energías “limpias” y se crearon mecanismos específicos para alcanzarlas: los CEL. Si bien la LGCC planteó por primera vez en 2009 la necesidad de “fomentar la utilización de energías renovables para la generación de electricidad”,²⁹⁵ no fue hasta la aprobación de la Reforma Energética en 2013 que se fijaron en la LTE metas específicas de participación de energías “limpias” en la generación eléctrica nacional —25% para 2018, 30% para 2021 y 35% para 2024— y se estableció, en el artículo décimo séptimo transitorio de la Constitución, la facultad del gobierno mexicano para establecer obligaciones de energías “limpias” a los participantes de la industria eléctrica en México.

En términos absolutos, ambas disposiciones parecieran, en primera instancia, resultado de un complejo diseño de política pública, y un avance significativo en seguridad energética y combate al cambio climático. Sin embargo, la pertinencia de cualquier meta se define en función de su magnitud en relación con el objetivo que quiere alcanzar en el largo plazo, la cual, en el caso de las metas de participación de energías “limpias” es insuficiente. Dejando de lado todas las cuestiones asociadas a la amplitud del concepto de energías “limpias” que mencioné en las

²⁹⁴ Entrevista con Rodrigo Aire Torres, Director de Tecnología e innovación en Acciona, 22 de diciembre 2016.

²⁹⁵ *Ley General de Cambio Climático*, art. 34, fracc. I, inciso e.

secciones anteriores, no queda claro cómo se diseñaron las metas de participación y si son apropiadas en relación con los objetivos de mitigación de GEI y diversificación de la matriz energética en México.

A pesar de que en la actualidad hay técnicas para optimizar cuantitativamente los niveles de penetración de energías renovables en los sistemas eléctricos,²⁹⁶ no se tiene registro de la procedencia de las metas de participación de energías “limpias”,²⁹⁷ y de acuerdo con Fabián del Valle y Andrés Flores, investigadores del CMM, ningún grupo académico estimó correctamente las cifras,²⁹⁸ lo que explica, en parte, su poca pertinencia en términos de reducción de GEI. “Aunque es probable que, en el largo plazo, se alcancen los porcentajes establecidos” continúan los investigadores, “su cumplimiento no se traducirá en una reducción significativa de emisiones de GEI”. La lógica es la siguiente. Si bien es cierto que las energías “limpias” suponen una menor emisión de contaminantes, es probable que el valor neto de emisiones en el largo plazo no se reduzca, sino que avance más lentamente que la demanda total de energía eléctrica.²⁹⁹ Según Alberto Villa, esto es evidente dado que no se estipuló una estrategia donde las tecnologías contaminantes fueran reemplazadas por tecnologías “limpias”. En vez de eso, las energías “limpias” están satisfaciendo demandas que antes no se satisfacían.³⁰⁰ Las metas no se diseñaron, pues, optimizando la emisión de contaminantes (“no van a hacer una diferencia en emisiones”),³⁰¹ más bien fueron un número más o menos aleatorio que no hiciera enojar a nadie

²⁹⁶ Zeineb Abdmouleh, *et al.*, “Review of Optimization Techniques Applied for the Integration of Distributed Generation from Renewable Energy Sources”, *Renewable Energy*, 113 (2017), pp. 266-280.

²⁹⁷ De acuerdo con Jeff Pavloviv, uno de los principales funcionarios públicos involucrados en el diseño de la Reforma energética en materia de electricidad, “si buscas un grupo académico que haya optimizado ese número no lo vas a encontrar” (entrevista 9 de febrero 2017).

²⁹⁸ Entrevista con Fabian del Valle, investigador del CMM, 14 de febrero 2017.

²⁹⁹ Entrevista con Fabian del Valle y Andrés Flores, investigadores del CMM, 14 de febrero 2017.

³⁰⁰ Entrevista con Alberto Villa, Director de Evaluación sectores energía e industria de SEMARNAT, 17 de enero 2017.

³⁰¹ Entrevista con Erika Masiel, Jefa de Departamento en la Dirección de Estados y Municipios de la CONUEE, 16 de febrero 2017.

(ni perjudicara ningún interés económico involucrado con los combustibles fósiles)³⁰² y diera una buena imagen pública frente a la comunidad internacional.³⁰³

Además, como menciona el Dr. Mulas, las metas de participación de energías “limpias” son un claro ejemplo de por qué no se deben incluir metas de largo plazo en las leyes.³⁰⁴ Dado que las metas se definen de acuerdo con la información disponible en un momento determinado, si el contexto cambia (por ejemplo, el precio de la tecnología) su proceso de enmienda es complejo al encontrarse en un texto legal que requiere consenso legislativo para su modificación. En ese sentido, las metas de participación de energías “limpias” debieron definirse en los programas y estrategias sectoriales que se publican cada año y debieron ser vinculantes. Como están diseñadas actualmente, las metas de participación son objetivos “aspiracionales”, cuyo incumplimiento no tiene consecuencias concretas para los funcionarios responsables de promover su éxito.

Respecto a las obligaciones de energías “limpias” que se satisfacen mediante el mecanismo de CEL, el problema es distinto. En el caso de esta cifra, (5% para 2018, 5.8% para 2019, 7.4% para 2020 y 10.9% en 2021) sí se estableció una metodología por parte de la CRE para encontrar el número óptimo y sí son vinculantes para los participantes del mercado (hay multas en caso de incumplimiento que no exentan del requisito de adquisición). No obstante, como señalé en la sección anterior, los requisitos fueron (por lo menos para los primeros años) muy poco ambiciosos. De hecho, de acuerdo con Daniela Pontes, en la Comisión Federal de Mejora Regulatoria (COFEMER) querían que, para el primer año, la obligación fuera de 8.2% — respecto a la metodología establecida por la CRE. Sin embargo, la SENER determinó que un número tan agresivo podía “estresar” al mercado. De acuerdo con el Dr. Belausteguigoitia, esto tendrá implicaciones importantes en el despliegue de energías “limpias” en el sentido de que el

³⁰² Entrevista con el Dr. Pablo Mulas, investigador del INEEL, 17 de febrero 2017.

³⁰³ Entrevista con el Dr. Juan Carlos Belausteguigoitia, investigador del ITAM, 11 de enero 2017.

³⁰⁴ Entrevista con el Dr. Pablo Mulas, investigador del INEEL, 17 de febrero 2017.

mecanismo sólo funciona si sus objetivos son óptimos y ambiciosos. Además, como mencioné en la sección anterior, la falta de una obligación de adquisición agresiva se exagera frente al mecanismo de flexibilidad; es decir la posibilidad de diferir la liquidación de hasta 25% de las obligaciones en el primer periodo de obligación y hasta 50% en los periodos siguientes.

La definición de metas de participación de energías “limpias” en el sector eléctrico y de las obligaciones de adquisición de CEL se redujo, pues, a un ejercicio discursivo para presentar una imagen pública interesada en el cambio climático a nivel internacional. La falta de análisis y estimaciones serias (o el respeto de las mismas en el caso de los CEL) inhibe que se puedan generar expectativas realistas sobre el futuro de las energías “limpias” en México y, en ese sentido, minan el despliegue de energías renovables en el país. Al no conocer la dimensión óptima de las metas, se limitó la efectividad de la intervención pública para romper con el entramado institucional actual dominado por hidrocarburos.

OBJETIVOS CONTRADICTORIOS

Un asunto problemático de la Estrategia Nacional de Energía (ENE) del gobierno federal, publicada en 2014, es que sus objetivos no son congruentes. Por un lado, se busca que México se convierta en líder en generación de energía eléctrica a partir de fuentes “limpias”, minimizando el uso de combustibles fósiles y promoviendo la generación limpia a 50% para 2050 de la generación total nacional. Por otro, se pretende aumentar el potencial de México para producir petróleo y otros hidrocarburos (como gas natural) de manera significativa, además de expandir la infraestructura necesaria para interconectar los puntos de procesamiento o importación con los centros de consumo.³⁰⁵

³⁰⁵ SENER, Estrategia Nacional de Energía 2014-2028, febrero de 2014, disponible en goo.gl/ig16sL, consultada el 14 de diciembre 2017.

Como mencionan Sabatier y Mazmanian, la coherencia interna de los objetivos de una política pública es una condición fundamental, entre otras,³⁰⁶ para garantizar su “eficacia”,³⁰⁷ de lo contrario se entorpece la implementación y se reduce la posibilidad de alcanzar los objetivos.³⁰⁸ En ese sentido, la divergencia e incompatibilidad de los objetivos plasmados en la ENE, así como los medios para alcanzarlos se traducen en una barrera de planeación estratégica, pues se tomaron dos decisiones políticas donde el éxito de una depende del fracaso de la otra. Para justificar esta incompatibilidad, generalmente se recurre al discurso de las energías de transición (*bridge-fuel* o energías puente), el cual plantea que, en todas las transiciones energéticas es necesario utilizar combustibles de transición que sirvan como “puentes” entre la generación de electricidad a partir de fuentes muy contaminantes (como el carbón o el combustóleo) y la generación a partir de energías renovables.³⁰⁹ En el caso de México, se busca que el gas natural desempeñe el papel de energía de transición. Según el gobierno mexicano, por un lado, este combustible puede reducir significativamente las emisiones y, por otro, abrir el paso a fuentes energéticas no contaminantes, debido a su factor emisión relativamente bajo.

³⁰⁶ Otros factores importantes son, por ejemplo, la legitimidad de las normas (conformidad del grupo objetivo y apoyo del público ciudadano), la presencia de instituciones eficientes y con recursos para aplicar el derecho y la existencia de sanciones bien diseñadas y aplicadas (Paul A. Sabatier y Daniel A. Mazmanian, “La implementación de la política pública: Un marco de análisis”, en Luis F. Aguilar (ed.), *La implementación de las políticas*, México, Miguel Ángel Porrúa, 1996, p. 347). También véase Tom R. Tyler, *Why People Obey the Law*, Princeton, Princeton University Press, 2006, pp. 3-15 y Stephen Holmes, “Lineages of the Rule of Law”, en Adam Przeworski y José María Maravall (eds.), *Democracy and the Rule of Law*, Cambridge, Cambridge University Press, 2003. (traducción del original en inglés por el autor).

³⁰⁷ Para la tradición del derecho, la eficacia de una norma o política pública se define como la capacidad de ésta para alcanzar el efecto deseado o como el nivel de consecución de metas y objetivos (Óscar Correas, *La Sociología Jurídica. Un ensayo de definición*, Ciudad de México, Instituto de Investigaciones Jurídicas, 1993, p. 46).

³⁰⁸ P. Sabatier, art. cit, p. 348.

³⁰⁹ El presidente Barack Obama utilizó esta misma línea discursiva en 2014 cuando, frente al *boom* de producción de gas natural, afirmó que el gas natural, y en específico el *fracking*, podría facilitar la transición a una economía baja en emisiones de carbono (Brad Plumer, “Obama Says Fracking Can Be a ‘Bridge’ to a Clean-Energy Future. It’s Not That Simple”, *The Washington Post*, enero 29 de 2014, disponible en goo.gl/rd8Uvf, consultado el 22 de febrero 2017).

No obstante, este discurso sólo promueve que se perpetúe el uso de hidrocarburos para la generación de energía eléctrica. Desde una perspectiva de largo plazo, el gas natural no va a facilitar la propagación de generación de electricidad a partir de energías renovables por dos razones principales. En primer lugar, el volumen de inversiones tanto en la expansión de infraestructura para el transporte de gas natural (gasoductos), cuanto en la construcción de plantas de generación de ciclo combinado abierto o cerrado, así como de plantas de cogeneración, hace improbable que en el corto o mediano plazo sea económica y políticamente viable transitar a otras formas de generación. Me explico. Para que una planta de gas natural sea rentable necesita entre 15 y 20 años de operaciones para cubrir los gastos relacionados con la inversión inicial y todavía más tiempo para operar con utilidades.³¹⁰ Esto quiere decir que todas las plantas que se planean construir en los próximos 5 años cubrirán sus gastos iniciales para finales de la década de 2040, lo que retrasa y bloquea económicamente la generación por medio de energías renovables por décadas (nadie que invierta en infraestructura espera suspender operaciones pronto).³¹¹ El *carbon lock-in* se seguirá perpetuando en la medida que se siga aprobando la construcción de nuevas plantas de gas natural, así como la infraestructura respectiva para abastecerlas. La capacidad del gas natural para funcionar como “puente” depende, pues, de la decisión de dejar de invertir en su infraestructura en el mediano y largo plazo,³¹² la cual es una barrera económica.

En segundo lugar, más que promover el tránsito a la generación a partir de energías renovables, el uso de gas natural para generar electricidad promueve el desarrollo de todas las

³¹⁰ Amber Lin, “Natural Gas as a Transition Fuel: A Bridge Too Far?”, *Bulletin of the Atomic Scientists*, 20 de julio 2016, disponible en goo.gl/CwcNiF, consultado el 15 de enero 2018.

³¹¹ Alexander Pfeiffer, *et al.*, *The 2°C Capital Stock for Electricity Generation: Committed Cumulative Carbon Emissions from the Power Sector and the Transition to a Green Economy*, Oxford, Institute for New Economic Thinking at the Oxford Martin School, 2015, p. 5.

³¹² Steve Weissman, *Natural Gas as a Bridge Fuel. Measuring the Bridge*, San Diego, Center for Sustainable Energy, 2016, p. 2.

actividades productivas dentro de la cadena de valor fósil.³¹³ Debido a que el gas natural se extrae junto al petróleo (gas asociado) o mediante la fracturación hidráulica (*fracking*) su uso estimula la exploración de yacimientos y la construcción de sistemas de extracción y producción, lo cual multiplica los “costos hundidos” de las inversiones hechas en toda la infraestructura “aguas arriba”, reforzando así la prevalencia de una dependencia energética en los hidrocarburos.

En ese sentido, los objetivos contradictorios se constituyen como una barrera política y de planeación estratégica concreta, así como una barrera económica importante. Al no definir claramente una ruta de acción en el sector energético y, en específico, el sector eléctrico, se desdibuja la meta y los objetivos de la estrategia, y se cuestiona la existencia de una política integral de energía que realmente promueva la participación de energías renovables (o “limpias”) en la generación de energía eléctrica en México.

En un estudio llevado a cabo por el National Energy Policy Institute en Oklahoma y el *think tank* Resources of The Future en Washington D.C. se encontró que, en escenarios de abundancia de gas natural (como es el caso de México respecto a las importaciones relativamente accesibles desde Estados Unidos), la capacidad de este combustible para funcionar como “puente” es nula.³¹⁴ En este tipo de contextos los proyectos de gas natural en realidad desplazan a los proyectos de energía solar o eólica (a pesar de que tengan precios relativamente competitivos).³¹⁵ De acuerdo con Víctor Ramírez, ésta es la situación de México. Si bien la LTE estableció la obligación a los generadores de sustituir gradualmente sus centrales de generación más contaminantes, la estrategia para sustituir las centrales que operan a partir de combustóleo

³¹³ Esta idea es compartida por Miguel Toro, Investigador del CIDAC y la Universidad de Chicago, quien piensa que invertir mucho en plantas de gas natural garantiza que no va a dejar de usarse dicho combustible en el corto plazo. “Se le sigue metiendo [dinero] a toda la estructura alrededor de las fuentes fósiles” (entrevista hecha el 26 de enero 2017).

³¹⁴ Este estudio hace un análisis de cuatro escenarios que toman en cuenta factores de disponibilidad y precio del gas natural, así como políticas de control de emisiones como impuestos al carbono (Stephen P.A. Brown, *et al.*, *Natural Gas: A Bridge to a Low-Carbon Future?*, Oklahoma, National Energy Policy Institute-Resources for The Future, 2009.

³¹⁵ Oil Change International, *op. cit.*, p. 4.

sólo han contemplado el gas natural como alternativa (sobre todo las de la CFE), cuando en realidad podrían ya sustituirse por energías renovables (aunque sean intermitentes).³¹⁶ Esto está sucediendo, en parte, debido a que el artículo de la LTE que contempla esta obligación no especifica con qué se tienen que sustituir las centrales, lo cual es fundamental. El artículo séptimo sólo señala que las nuevas centrales deben estar dentro de los límites de emisión establecidos por las normas emitidas por la SEMARNAT, lo que intencional o accidentalmente protege la generación por gas natural.³¹⁷

Los costos hundidos en obras de infraestructura para energías “puente” o de transición son, insisto, barreras económicas: los beneficios financieros y logísticos de utilizar las obras para extraer o importar y transportar hidrocarburos como el gas natural satisfacen la demanda energética “sin contaminar tanto” de manera rentable, bloqueando la entrada de las energías alternativas en la medida que reducen la urgencia de integrar fuentes renovables de energía. El problema no es, en realidad, que la ley no establezca específicamente qué tipo de energía se debe utilizar para reemplazar las centrales más contaminantes, el problema es que los incentivos están mal situados.

Además, cabe destacar que, en el largo plazo, la sustitución de centrales que generan electricidad a partir de carbón por centrales de gas natural puede no traducirse en una reducción considerable de emisiones de carbono. De acuerdo con estudios hechos por investigadores en Oxford y MIT, es preferible —en términos de emisiones de GEI— continuar con las operaciones de las centrales de carbón (hasta una década) y eventualmente sustituirlas directamente por unas

³¹⁶ Entrevista con Víctor Ramírez, Director Ejecutivo de la Asociación Nacional de Energía Solar, 17 de enero 2017.

³¹⁷ *Ley de Transición Energética*, art. 7º, frac. III.

que generen cero emisiones, en lugar de reemplazarlas inmediatamente con centrales de energías “puente” (gas natural) que estarán en operación por décadas.³¹⁸

Al respecto, tampoco es completamente cierto que el gas natural sea mucho menos contaminante. A pesar de que tiene un factor de emisión total menor que el combustóleo o el carbón (casi 50% menor), aunado a los procesos de extracción y transporte del gas natural está el problema de las fugas y emisiones a nivel local de metano,³¹⁹ el cual es un gas de efecto invernadero 28 veces más potente que el CO₂ (aunque se dispersa más rápidamente).³²⁰ Además, se han encontrado relaciones causales entre la fracturación hidráulica (*fracking*) y la presencia de contaminación severa en cuerpos de agua, sobre todo aquellos que se encuentran en el subsuelo.³²¹

De acuerdo con Fabián del Valle y Andrés Flores, investigadores del CMM, desde el punto de vista de cambio climático, “la visión del gobierno federal del gas como combustible de transición es sumamente cuestionable”.³²² En el largo plazo, no es conveniente, en términos ambientales que el gas natural desempeñe un papel tan dominante en el desarrollo energético del país. Además, es importante señalar que debilita considerablemente la seguridad energética de México.

Como mencioné en el capítulo 2, el aumento exponencial de importaciones de gas natural, así como la relevancia de este hidrocarburo en la matriz energética del país, ha tenido como una de sus principales consecuencias el aumento de la vulnerabilidad energética de

³¹⁸ En el estudio se hace un modelo a futuro de la cantidad de emisiones que representa cada tipo de tecnología (A. Pfeiffer, *op cit.*, p. 13). También véase el reporte sobre gas natural del MIT donde se advierten estos peligros a largo plazo de la sustitución de centrales de carbón por plantas de gas natural (Henry D. Jacoby, *et al.*, *The Future of Natural Gas. An Interdisciplinary MIT Study*, Boston, MIT, 2011).

³¹⁹ Patrick Tent, *et al.*, “Snakes in The Greenhouse: Does Increased Natural Gas Use Reduce Carbon Dioxide Emissions from Coal Consumption?”, *Energy Research and Social Science*, 38 (2018), p. 54.

³²⁰ Chris Lo, “The Natural Gas Bridge: solution or illusion?”, *Power Technology*, 19 de enero 2015, disponible en goo.gl/5ZeqHP, consultado el 20 de noviembre 2017.

³²¹ Qingmin Meng y Steve Ashby, “Distance: A Critical Aspect for Environmental Impact Assessment of Hydraulic Fracking”, *The Extractive Industries and Society*, 1 (2014), p. 124.

³²² Entrevista con Fabián del Valle y Andrés Flores, líder de proyecto y coordinador del CMM, 14 de febrero 2017.

México. No sólo por el hecho de que las importaciones provienen, en su mayoría, de un mismo socio comercial (Estados Unidos), sino porque la relación bilateral con dicho socio comercial se ha desgastado considerablemente en los últimos años. Si bien es improbable que surjan bloqueos definitivos a las importaciones (estas tienen alto valor comercial en el mercado interno de Estados Unidos), la dependencia energética reduce considerablemente el poder de negociación de México en todos los ámbitos de política pública y vuelve vulnerable a la nación a cualquier cambio en la relación comercial. En ese sentido, no es conveniente tampoco promover la generación de electricidad a partir de gas natural.

Con base en los argumentos esbozados arriba, se puede decir que el discurso de “energía de transición” o “puente” está pensado para legitimar el desarrollo y continuación de un esquema de generación intensiva en uso de carbono, recurriendo a los discursos de sostenibilidad y cambio climático, cuando en realidad se utiliza para bloquear la participación de energías renovables. La infraestructura, inversión, facilidades logísticas y comodidades prácticas (no es intermitente) que ofrece el uso de gas natural son retornos crecientes que propician que se invierta más y se utilice más este tipo de energía, reforzando el encierro de carbono en México.

¿CANCHA PAREJA?

Cuando se diseñó el mercado de electricidad, el objetivo último de los hacedores de política fue satisfacer la demanda futura de electricidad a precios competitivos. Para alcanzar este objetivo, se pensó en un sistema de libre competencia donde cualquier generador pudiera vender su energía eléctrica en igualdad de condiciones sin importar el tipo de tecnología, siempre con la idea de minimizar las distorsiones al mercado. No obstante, se identificó que el Estado podía ser un actor fundamental para propiciar la participación de energías “limpias” en el mercado eléctrico en un contexto internacional propicio para fomentar políticas públicas en materia de cambio climático.

En ese contexto, funcionarios de la SENER y la CRE diseñaron los CEL que, como señalé arriba, son un instrumento de política para incentivar la participación de las energías “limpias” en la matriz energética nacional, sin distorsionar el MEM. La hipótesis que subyace en el diseño de los CEL es que los mercados se autorregulan para alcanzar un resultado óptimo socialmente, por lo que no es necesario intervenir demasiado en el mercado (subsidios, sistemas de primas, entre otros).³²³ Se entiende, pues, que si un criterio determinante era asegurar la igualdad de condiciones de competencia económica, los CEL sean el único tipo de intervención que se pensó en el diseño del mercado.

No obstante, durante esta investigación identifiqué otro tipo de incentivos no explícitos —por lo tanto, menos visibles o cuantificables—, que funcionan como retornos crecientes y propician que las energías convencionales predominen en el mercado. Es decir, hay intervenciones y “apoyos” que, por no estar etiquetados como subsidios, incentivos, o como instrumentos dentro de una política pública, no se consideran en las estimaciones y no se contemplan sus efectos frente a otros mecanismos. Pero está claro que una intervención no tiene que ser un subsidio, un certificado o un apoyo explícito para tener efectos de política; en realidad, sólo tiene que orientar la conducta de los actores para obtener el resultado deseado (si es que lo hay). En la siguiente sección, se analizan algunas de estas instituciones no explícitas, en el contexto de un entramado institucional más amplio, para entender cómo funcionan como barreras para la participación de energías renovables (reducen su competitividad) y sus efectos económicos y políticos en el sector eléctrico mexicano.

³²³ Entrevista con César Alejandro Hernández, Director General de Análisis y Vigilancia del Mercado Eléctrico de la SENER, 18 de enero 2017.

El mercado de Potencia

Como mencioné anteriormente, el MEM es un mercado operado por el CENACE en el que los “participantes de mercado” pueden comprar y vender energía eléctrica y productos asociados, tales como los CEL, servicios conexos, Potencia, entre otros.³²⁴ Los productos asociados son servicios que están vinculados con la operación de la industria eléctrica y son necesarios para que el sistema eléctrico funcione correctamente. En este apartado ofrezco un análisis del mercado de compra y venta de Potencia,³²⁵ que es un “colchón” de energía eléctrica (o capacidad para generarla) en momentos de desbalance entre la oferta y demanda de electricidad.

Debido a que la demanda de electricidad es variable dependiendo la hora del día, la época del año y el año en general, el gobierno mexicano diseñó un mecanismo para asegurar la disponibilidad de suficiente capacidad de generación en las centrales eléctricas para satisfacer la demanda máxima más un margen de reserva: el mercado de Potencia. También conocido como mercado de capacidad firme, el mercado de Potencia obliga a todos los usuarios calificados y suministradores a adquirir una cantidad de Potencia determinada a los generadores, con el fin de, por un lado, asegurar el suministro de electricidad y, por otro, dar una retribución a las centrales eléctricas por mantener su capacidad instalada disponible en el sistema.

En ese sentido, la compra de Potencia promueve la certidumbre y reduce la exposición del sistema eléctrico (evita apagones) al mismo tiempo que funciona como un ingreso adicional para cubrir los costos fijos de las centrales eléctricas que ofrecen el producto. Ahora bien, si bien este producto es utilizado para mantener la confiabilidad del sistema eléctrico (prevé los desbalances entre demanda y oferta de electricidad), no se puede negar que es un ingreso

³²⁴ *Ley de la Industria Eléctrica*, art. 3, frac. XXXI.

³²⁵ Se escribe con mayúscula porque así se puede diferenciar de la potencia. “La Potencia se refiere a un producto asociado que los generadores pueden ofrecer para su venta, mediante el cual adquieren la obligación de asegurar la disponibilidad de producción de energía para ofrecerla en el futuro en el Mercado de energía de corto plazo. La potencia (con p minúscula) es la capacidad con la que cuenta una Central Eléctrica para la producción de energía eléctrica” (*Preguntas frecuentes sobre la nueva regulación en temas eléctricos*, disponible en goo.gl/TJiaay, consultado el 10 de mayo 2017).

adicional prácticamente exclusivo de las fuentes de energía convencional en la medida que son más “confiables” que las energías “limpias”, pues no tienen variabilidad en sus curvas de suministro. De esta manera, un requisito pensado para asegurar la confiabilidad del suministro de energía eléctrica en México se traduce en una barrera tecnológica para la integración de energías renovables: se castigan sus procesos de generación que, por estar ligados a ciclos naturales (que haya sol o viento), son intermitentes.

De acuerdo con los resultados de la segunda y tercera subasta (en la primera no se ofertó Potencia), las centrales eléctricas de ciclo combinado y turbo gas predominaron con 72% y 84% respectivamente de la Potencia vendida.³²⁶ Además, se vendieron a precios altos: 32 y 36 dólares por MW, es decir, más caro que el precio por paquete de MWh-CEL, el cual se vendió a 33 y 20 dólares respectivamente. Mediante este mecanismo, se están premiando a las energías convencionales por mantener la continuidad de suministro en caso de un incremento inesperado de la demanda o perturbaciones en la disponibilidad de electricidad, creando un incentivo adicional para invertir y utilizar estas fuentes de energía.

Cabe destacar que la existencia de un mercado de Potencia es uno de los instrumentos posibles para garantizar el suministro continuo de energía eléctrica, pero no el único, y el argumento de estos párrafos es que, de haberse tomado en cuenta el entramado institucional del sector eléctrico en su conjunto y los objetivos de participación de energías “limpias”, otros mecanismos podrían haber asegurado la continuidad del suministro sin bloquear a las fuentes alternativas de energía eléctrica.

En Texas, por ejemplo, los problemas relacionados con la escasez de energía se resuelven en el mercado: cuando hay un incremento de demanda o una reducción de la oferta, los precios fluctúan dejando en manos del consumidor la decisión de comprar luz o no. A pesar de que la

³²⁶ Véase fallos de la segunda y tercera subasta respectivamente, disponibles en goo.gl/cB4sAr; y goo.gl/Pa3cGa, consultados 19 de marzo 2018.

red eléctrica de Texas llegó a su límite en 2011 (fue un año con un invierno particularmente frío), el gobierno no quiso crear un mercado de Potencia. En su lugar, los reguladores decidieron 1) diseñar una clase de reserva estratégica de Potencia, 2) diversificar su matriz y 3) fomentar el “consumo inteligente”. Se estima que esta decisión ha ahorrado billones de dólares a los consumidores.³²⁷

Otro ejemplo ilustrativo es el del Reino Unido, donde se implementó un mercado de Potencia en 2014 que funciona de manera parecida al que se implementó en México. Actualmente, el mecanismo es fuertemente criticado porque, además de aumentar los precios de la electricidad,³²⁸ favorece considerablemente la generación eléctrica a partir de combustibles fósiles,³²⁹ lo cual distorsiona el mercado y mina las intenciones nacionales de reducir las emisiones de carbono.³³⁰ En una entrevista con directivos de Scottish Power y Renewable UK para *The Guardian*, éstos argumentaron que el mecanismo es incompatible con los objetivos de descarbonización pues apoya la generación a partir de combustibles fósiles. En particular, se dijo que, sin este mecanismo, la generación a partir de carbón “ya hubiera desaparecido”.³³¹ En total, se estima que las centrales de carbón han recibido cerca de 373 millones de libras en “subsidios” de las dos subastas de Potencia hasta ahora.³³² De acuerdo con el comité de energía y cambio climático de Escocia, el mecanismo debería reemplazarse por una estrategia para fomentar una

³²⁷ Eric Gimon, “Texas Regulators Saved Customers Billions by Avoiding a Traditional Capacity Market”, *Greentech Media*, 10 de junio 2016, disponible en goo.gl/J355kL, consultado el 1 de febrero 2018.

³²⁸ Tom Grimwood, “Bringing Renewables into Capacity Auction Could Cut Energy Bills by £600m”, *UtilityWeek*, 15 de marzo 2018. Disponible en: <https://goo.gl/XTPYYQ>, consultado el 15 de abril 2018.

³²⁹ Becky Beetz, “UK Capacity Market Auction Results Draw Criticism Over Lack of Renewables”, *PV Magazine*, 2 de febrero 2018, disponible en goo.gl/DEtcp9.

³³⁰ Despina Yiakoumi y Agathe Rouaix, *Understanding the New Capacity Market Implemented in the UK*, Aberdeen, University of Aberdeen’s Department of Economics, 2016, p. 28.

³³¹ Adam Vaughan, “Ban Coal from Backup Power Subsidy Scheme, says Scottish Power”, *The Guardian*, 20 de enero 2017, disponible en goo.gl/QxbcTR, consultado el 30 de noviembre 2017.

³³² Byron Orme, “Incapacitated: Why the Capacity Market for Electricity Generation is not Working and how to Reform It”, *The Progressive Policy Think Tank*, 31 de marzo 2016, disponible <https://goo.gl/Y5dXNa>, consultado 30 de noviembre 2017.

cultura de eficiencia energética (reducir la demanda) y promover las energías renovables mediante el desarrollo de proyectos de almacenamiento, los cuales van desde el diseño de baterías de litio hasta el bombeo de agua cuesta arriba, para aprovechar la fuerza de la caída a través de turbinas.³³³

En ese sentido, en el reporte hecho por la Comisión Europea para evaluar los mercados de potencia en Europa, se determinó que este mecanismo efectivamente distorsiona el mercado, pues no sólo apoya a un número acotado de tecnologías, sino que incentiva a las centrales a ocultar su verdadera capacidad de generación para promover la escasez y recibir el incentivo. Por lo tanto, para que los mercados eléctricos funcionen eficientemente, la Comisión recomendó que los problemas de escasez se solucionen con el mercado (que aumenten los precios), lo cual a su vez incentivaría la inversión y evitaría distorsiones.³³⁴ Cabe destacar que un mecanismo de mercado para subsanar fallas de oferta es, además, sumamente progresivo: a más consumo mayores precios.

Si bien se podría argumentar que un mecanismo de mercado como el que mencioné no se puede aplicar en México por la existencia de los subsidios de electricidad, es importante mencionar que un “consumo inteligente” contribuiría considerablemente a la estabilidad del sistema, al mismo tiempo que mejoraría las tarifas de electricidad. Al incentivar mejores prácticas de consumo, la demanda se reduciría (actualmente se piensa que está inflada por la existencia de los subsidios), quitándole mucha presión a la oferta y reduciendo los costos (hay que invertir menos porque hay que generar menos). Además, sería un mecanismo de distribución más equitativo pues, como están diseñados actualmente los subsidios, funcionan como un apoyo fiscal regresivo. Si además se quisiera apoyar a las personas con menos recursos,

³³³ “Energy subsidies should focus on storage and cutting demand, MPs say”, *BBC News*, 15 de octubre 2016, disponible en <https://goo.gl/Bs1PBT>, consultado el 30 de noviembre 2017.

³³⁴ Véase *Final Report of the Sector Inquiry on Capacity Mechanisms*, European Commission, Bruselas, 2016.

se podría focalizar todavía más el subsidio a familias en situación de pobreza extrema o marginalización.

Con base en lo anterior, resulta revelador que, en una Reforma basada en los principios de competencia y libre concurrencia, se haya decidido implementar el mercado de Potencia (o subsidio a la seguridad energética como lo llaman algunos en Reino Unido) como solución a los problemas de desbalance de oferta y demanda y no un mecanismo tradicional de asignación de precios. En el contexto del entramado institucional post-Reforma, se puede decir que la implementación de este instrumento es incongruente, sobre todo, considerando los hallazgos relacionados con el poco impacto económico que tienen los CEL (desde su diseño) sobre las inversiones para construir centrales de energía limpia. La justificación de políticas como “soluciones de mercado” y “no distorsiones” (como subsidios) se reduce, pues, a un ejercicio discursivo. Una estrategia de consumo inteligente sería más congruente con el espíritu general de la Reforma en materia de electricidad, sus criterios y supuestos. En términos de cambio climático el mercado de Potencia tampoco contribuye a cumplir los objetivos de política plasmados en la ENE, debido a que funciona como incentivo perverso: fomenta y perpetúa la generación intensiva en carbono y otros hidrocarburos, y bloquea el acceso de energías renovables o “limpias” en el sector eléctrico nacional.

Castigos selectivos

Como se mencionó en el apartado anterior, si bien el mercado de Potencia no es un instrumento diseñado deliberadamente para bloquear la participación de las energías “limpias” en el SEN (hay energías renovables como la geotérmica y la biomasa que tienen niveles de variabilidad parecidos a los de las energías convencionales), la forma en que está diseñado tiene el resultado final de limitar la integración de energías renovables con mayores niveles de intermitencia; castiga su variabilidad.

No obstante, mientras que el mercado de Potencia excluye a las energías “limpias” por ser intermitentes (una falla de mercado en la oferta), no hay, en todo el esquema post-Reforma, un solo mecanismo efectivo para castigar la externalidad negativa que tienen los procesos de generación de energía eléctrica a partir de fuentes convencionales: la cantidad de contaminantes que emiten. La falta de instrumentos gubernamentales para mitigar esta externalidad revela los criterios que orientan el diseño de políticas en el sector eléctrico mexicano. Para el gobierno federal, aparentemente es más relevante asegurar la disponibilidad de suministro eléctrico —prever fallas en el sistema que pueden o no suceder— que reducir los niveles de emisiones de carbono —que por cierto ya están teniendo sus primeros efectos a nivel global.

El problema de emisiones se dejó en manos de un mecanismo indirecto y de largo plazo: los CEL. Se tiene la expectativa que los certificados promuevan la participación de energías “limpias” para que, en un futuro, cuando las plantas de energías convencionales por fin suspendan operaciones, se reduzcan las emisiones —lo cual, como ya mencioné, es poco probable. En ese sentido, no se tomaron medidas adicionales para desincentivar la generación de energía eléctrica con niveles altos de emisiones de GEI. Al contrario, no sólo el esquema no castiga a las energías convencionales por sus costos asociados a los altos niveles de contaminación, sino que las premia por ser “confiables”.

Un instrumento disponible para disminuir la externalidad ambiental es, por ejemplo, establecer precios a las emisiones de carbono. Si bien desde 2014 en el Congreso se aprobaron el impuesto al carbono que forma parte del Impuesto Especial Sobre Producción y Servicios (IEPS) y la creación del mercado de carbono (que entrará en operación en 2018), como explicaré en esta sección, ambos mecanismos son parte de una intervención marginal que no desincentiva el uso de los combustibles.

El impuesto al carbono es una carga fiscal que se coloca sobre un producto en específico que, en este caso, son los combustibles fósiles al momento que se producen o importan —con

excepción del gas natural.³³⁵ Se llama impuesto al carbono porque se calcula y ajusta cada año con base en la inflación y una cuota fija por cada tonelada de CO₂ que el combustible fósil emita al momento de combustión, y se diseñó con el objetivo de internalizar al menos una parte de las externalidades asociadas al consumo de combustibles.³³⁶

Al ser parte de las atribuciones impositivas del Estado, su pago, como el de cualquier impuesto, es obligatorio. Sin embargo, de forma paralela a la carga impositiva, se creó el mercado de carbono mediante el cual los contribuyentes pueden sustituir el pago del impuesto por la entrega de bonos de carbono o certificados de reducción de emisiones provenientes de proyectos que puedan comprobar beneficios ambientales tangibles en mitigación. En este mercado —que apenas iniciará su fase piloto en algún punto de 2018—³³⁷ se espera que las empresas contaminantes compren permisos de emisión equivalentes a una tonelada de CO₂ a otras empresas que hayan mejorado su eficiencia energética y, por lo tanto, les sobren permisos³³⁸ para contaminar.

A pesar de que ambas políticas públicas son innovadoras y México fue reconocido a nivel internacional por introducir estas medidas de mitigación, si el objetivo último de estas políticas es reducir el nivel de emisiones de GEI, mediante el aumento de precios y reducción de consumo, se puede decir que su diseño es deficiente y no atiende el problema de manera integral. Una explicación plausible de las características de este diseño es el encierre de carbono: un conjunto de retornos crecientes (subsidijs, leyes y prácticas de consumo) que refuerzan la estructura productiva centrada en fuentes convencionales de energía.

³³⁵ Son sujetos de cobro de impuestos los siguientes combustibles fósiles: propano, butano, gasolina y gasavión, turbosina y otros kerosenos, diésel, combustóleo, coque de petróleo, coque de carbón, carbón mineral y otros.

³³⁶ Carlos Muñoz Piña, “El impuesto a los combustibles fósiles por contenido de carbono en México”, Ciudad de México, Comisión de Cambio Climático Senado de la República, disponible en goo.gl/SAafSp, consultado el 6 de septiembre 2017. [Ponencia]

³³⁷ “México iniciará la fase piloto del mercado de carbono en 2018”, *Expansión*, 12 de diciembre 2017, disponible en goo.gl/ArZjBw, consultado el 10 de febrero 2018.

³³⁸ Para entender mejor el funcionamiento del mercado véase Fernanda Hernández Orozco, “El mercado de carbono en México explicado en seis puntos”, *Expansión*, 17 de agosto 2016, disponible en goo.gl/A4oua5, consultado el 10 de febrero 2018.

En primer lugar, como mencioné arriba, el impuesto está diseñado con base en la cantidad de dióxido de carbono que emite cada combustible, lo cual en primera instancia se percibe como una condición deseable y razonable. Sin embargo, debido a la importancia que tienen los combustibles fósiles en el “bolsillo” de los mexicanos (son un insumo esencial que está relacionado con los precios de transporte, alimentos, entre otros), el Congreso modificó los montos (cuotas por combustible) para limitar su impacto en el precio final.³³⁹ El resultado: recaudación mínima por contaminante emitido. En México, las tasas impositivas por carbono son de las más bajas del mundo, entre 2 o 3 dólares por tonelada de CO₂ —“monto promedio cercano a la mitad del observado en los mercados de emisiones en la Unión Europea, California, entre otros”.³⁴⁰

En segundo lugar, la recaudación no está etiquetada. Si bien, el dinero recaudado a partir del impuesto al carbono podría utilizarse para subsanar algunos de los problemas relacionados con las emisiones de GEI —como infecciones respiratorias— o para financiar la transición energética —proyectos de innovación en tecnologías de almacenamiento o construcción de infraestructura—, actualmente los ingresos procedentes del impuesto al carbono se van a la bolsa pública. Como muchos otros mecanismos fiscales en el país, el impuesto al carbono no sólo no es lo suficientemente grande y reconocido socialmente como para modificar los patrones de consumo, sino que es un mecanismo recaudatorio sin un fin específico.

En tercer lugar, con el incremento de los precios de las gasolinas asociado a la liberalización del mercado en 2017, en el Congreso se decidió implementar un estímulo fiscal a las gasolinas para compensar (o suavizar) los aumentos en precio. Esta decisión va en contra de los objetivos de política en materia ambiental, sobre todo porque, según un estudio hecho por el

³³⁹ De acuerdo con Juan Carlos Belausteguigoitia, profesor investigador en el ITAM, y Fabián del Valle, líder de proyecto en el Centro Mario Molina, fue la fuerza de grupos como el de los acereros los que influenciaron más esta decisión. La inercia y los intereses impidieron que esta política funcionara desde el diseño (entrevista con Juan Carlos Belausteguigoitia, 11 de enero 2017; entrevista con Fabián del Valle, 14 de febrero 2017).

³⁴⁰ Carlos Muñoz Piña, ponencia citada.

Centro de Investigación Económica y Presupuestaria (CIEP), el estímulo fiscal superó en magnitud la cuota promedio de carbono contemplada en el IEPS: “el estímulo fiscal a las gasolinas fue 11.9 veces mayor que la cuota al carbono para la Magna, mientras que fue superior en 2.1 y 10.4 veces para la Premium y diésel, respectivamente”.³⁴¹ Aunque la recaudación del IEPS no se detuvo y sólo las gasolinas cuentan con este estímulo fiscal (los demás combustibles sujetos a este impuesto no tienen estímulo), puede se estén gastando más recursos públicos en suavizar el aumento en precios de gasolinas que lo que está recaudando de manera general el impuesto entre los hidrocarburos. De acuerdo con MEXICO₂ cerca de 50% de la recaudación total del impuesto al carbono proviene de las gasolinas, seguido del diésel con 28% (que también se usa para transporte).

Finalmente, el hecho de que en el diseño del impuesto se haya excluido al gas natural de la carga fiscal por emisiones de carbono va en contra del espíritu mismo del mecanismo. Aunque es cierto que, de todos los combustibles fósiles, el gas natural genera menos contaminación local y CO₂ por unidad de energía, no deja de ser un combustible fósil que emite contaminantes y cuya demanda se busca reducir mediante intervenciones públicas.³⁴² De nuevo se está favoreciendo la venta de gas natural en el mercado: bajo la idea de que “contamina, pero poquito”, el gas natural está acumulando incentivos, volviéndolo la fuente de energía “más competitiva” en el MEM. Finalmente, respecto al mercado de carbono, todavía es muy pronto para hablar de su efectividad. Sin embargo, el panorama no es alentador. Los precios por bono o permiso de emisión estarán asociados a la tasa impositiva del IEPS, lo que puede marginalizar su impacto.

En conjunto, el diseño del impuesto y mercado de carbono son una muestra del legado institucional y los retornos crecientes que sostienen y orientan la política energética del país. En

³⁴¹ Alejandro Limón Portillo, *Ingresos petroleros vs IEPS a combustibles. El impacto recaudatorio del estímulo fiscal*, Ciudad de México, CIEP, 2018, disponible en goo.gl/XcDdDo, consultado el 4 de abril 2018.

³⁴² José Antonio Rojas profundiza las razones a porqué el gas natural no debió ser excluido del pago del impuesto al carbono. Véase su artículo, “Una cuarta del gas natural”, *La Jornada*, 8 de mayo 2016, disponible en goo.gl/c1EntJ, consultado el 10 de noviembre 2017.

busca de precios competitivos y políticas que no afecten las prácticas de consumo de los ciudadanos (que generalmente se asume que son adversos al cambio) se ofrecen apoyos fiscales a los combustibles fósiles, poniendo en desventaja a las fuentes de energía renovable. De fiscalizar efectivamente la externalidad ambiental desde la producción o importación de hidrocarburos, las fuentes de energía convencionales, así como la electricidad generada a partir de ellas, probablemente subirían de precio, lo cual reduciría su margen de competitividad y tendencias de consumo.

Ahora bien, esta incongruencia en mecanismos de compensación o castigo por externalidades también es visible cuando se habla de precios: mientras que históricamente las energías renovables se perciben como tecnologías costosas independientemente de sus beneficios a largo plazo, las energías convencionales no se analizan en los mismos términos, pues a pesar de que sus precios y costos fluctúan y pueden llegar a producir crisis económicas internacionales, se siguen percibiendo como “económicamente viables”.

Durante décadas el argumento más común en contra de las energías renovables fue que eran demasiado caras y, desde un punto de vista meramente monetario (que no toma en cuenta otros factores), muchas todavía lo son, como la energía geotérmica o la energía eólica mar adentro. No obstante, gracias a las innovaciones tecnológicas fomentadas por los sistemas de primas en países como Alemania, así como el apoyo a la innovación renovable en California y China,³⁴³ el día de hoy energías renovables como la solar o la eólica son competitivas (aún a costa de sus propias utilidades).

En palabras de Osvaldo Rodríguez, investigador del Instituto de Energías Renovables de la UNAM, desde el momento en que las energías “limpias” bajaron de precio comenzaron a “hablar” el mismo lenguaje que las energías convencionales (el económico), lo cual las puso en el

³⁴³ C. Böhringer, art. cit., p. 550; Cui Huan, *et. al.*, “Government Funded Renewable Energy Innovation in China”, *Energy Policy*, 51 (2012), p. 126.

mapa.³⁴⁴ Antes de que fueran competitivas, la idea de transición energética siempre se ponía en duda por cuestiones de factibilidad económica, independientemente de sus beneficios ambientales y de seguridad energética que para muchas organizaciones y sectores sociales ya se consideraban urgentes.

Sin embargo, la reducción de costos de las energías renovables no fue suficiente. Aunque ya no se utiliza el argumento de inversiones y costos excesivos para algunas fuentes de energía renovable, en los últimos años tomaron fuerza otro tipo de razonamientos económicos (como su intermitencia y la necesidad de construir líneas de transmisión para interconectarlas) para justificar la exclusión de las energías renovables en la matriz energética. En este sentido, de acuerdo con Víctor Pavón, extitular de la Unidad de Planeación de la CRE, el sector eléctrico adoptó una estrategia de integración gradual de energías “limpias”, pues, además se cree que los precios competitivos pueden ser resultados coyunturales y no una tendencia en el largo plazo. Sin embargo, continúa el extitular, “hablando de precios, el gas natural es el que ha probado ser la fuente más volátil en los últimos dos años”.³⁴⁵

Durante 2017, los precios de gas natural registraron alzas importantes de entre 21 y 60%, llegando a su máximo en febrero de 2018 —con un precio promedio de 4.62 dólares por millón de BTU, casi el doble del precio registrado en Estados Unidos.³⁴⁶ Estos incrementos se explican a partir de la liberalización que ocurrió en los mercados de gas natural y gas LP a principios de 2017 (los precios ya no están regulados y responden al movimiento del mercado), pero también al encarecimiento a nivel internacional del producto respecto a la demanda, el cual se espera sea aún más pronunciado en los próximos años de acuerdo con la IEA.³⁴⁷

³⁴⁴ Entrevista con Osvaldo Rodríguez, 31 de enero 2017.

³⁴⁵ Entrevista con Víctor Pavón Villamayor, extitular de la Unidad de Planeación de la CRE, 28 de diciembre 2016.

³⁴⁶ Atzayaelh Torres, “Gas natural llega a su máximo en febrero... y cuesta el doble que en EU”, *El Financiero*, 23 de marzo 2018, disponible en: <https://goo.gl/1RD4mF>, consultado el 12 de abril 2018.

³⁴⁷ IEA, *Gas Market Report 2017. Analysis and Forecasts to 2022*, París, IEA, 2017, p. 3.

Frente a este escenario de volatilidad de precios, se esperaría que las energías renovables ganaran terreno en el debate público como una fuente económicamente estable; después de todo, representan una oportunidad de seguridad energética en el largo plazo: las fuentes de energía renovable tienen costos de compra de materia prima igual a cero (el sol, el viento, la biomasa son gratis), son inagotables, y su suministro no depende de la relación comercial con ningún país.

No obstante, estas ventajas no han asegurado que las energías renovables aumenten su participación exponencialmente en el mercado eléctrico. Al contrario, los esfuerzos gubernamentales se siguen orientando hacia la reducción de costos asociados a la generación de electricidad a partir de gas natural, sobre todo aquellos costos asociados al transporte y suministro.³⁴⁸ A pesar de que la volatilidad de los precios del gas natural tiene un efecto directo en las tarifas eléctricas a nivel residencial e industrial (y, en consecuencia, todos los productos y servicios), se sigue ampliando la infraestructura asociada a éste y otros combustibles, en lugar de aumentar la participación de las energías renovables que garantizan un mismo precio durante toda la operación. El corolario de toda esta sección es, pues, que las condiciones de competencia en el mercado eléctrico son claramente desiguales.

INSTITUCIONES, PLANES Y PROGRAMAS

En el apartado anterior, mencioné algunos de los costos asociados al uso de gas natural para la generación de electricidad relacionados con seguridad energética y cambio climático. No obstante, en la administración pública permea la idea de que la clave del desarrollo económico del país depende del acceso a infraestructura energética y, específicamente, a redes de gas natural.

³⁴⁸ De acuerdo con Francisco de la Rosa Costilla, Director del Mercado Eléctrico del CENACE, además de tener un suministro gratis, el mantenimiento de las plantas que funcionan a partir de energías renovables es mucho más barato que el de una planta convencional. En sus palabras “son dos esquemas distintos, pero definitivamente el de las energías renovables es más simple”. Entrevista con Francisco de la Rosa, Director del Mercado Eléctrico del CENACE, 1 de febrero 2017.

En ese sentido, desde 2013 el gobierno mexicano dio inicio a la *Estrategia Integral de Suministro de Gas Natural* (EISGN), la cual busca garantizar el acceso y suministro de gas natural en todo el país. Además, con la Reforma Energética se creó el Centro Nacional de Control de Gas Natural (CENAGAS), un organismo descentralizado independiente encargado de gestionar y administrar el sistema de transporte y almacenamiento de gas natural. El objetivo de ambos —así como de los planes quinquenales de expansión del Sistema de Transporte y Almacenamiento y de licitaciones para la exploración y extracción de hidrocarburos— es promover el uso y desarrollo de la industria de gas natural, así como de otros hidrocarburos.

De acuerdo con el actual Secretario de Energía, Pedro Joaquín Coldwell, el desarrollo de la industria de gas natural se va a lograr mediante cinco acciones esbozadas en los instrumentos legales aludidos arriba: 1) incrementar la importación de gas natural por barco; 2) aumentar la inversión en gas para tener una mayor producción nacional; 3) ampliar la infraestructura de transporte de gas por ductos; 4) explorar y evaluar las posibles reservas de aceite y gas de lutitas en territorio nacional; y 5) ampliar la producción de hidrocarburos.

El contraste entre la política integral diseñada para impulsar la generación de energía a partir de gas natural —que incluye una estrategia comprehensiva de todos los eslabones de la cadena productiva de este hidrocarburo— y los esfuerzos inconexos para impulsar la participación de las energías “limpias” es significativo. No sólo la intención y los objetivos de la política pública a favor de los combustibles fósiles (en especial el gas natural) es incompatible con las metas de participación de energías “limpias”, sino que su magnitud y grado de integralidad es abrumadora en comparación con la que se observa en la *Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios* (ESTRATEGIA). En los siguientes párrafos ofrezco una comparación entre ambas.

Con la ESTRATEGIA, el gobierno mexicano no contempló la creación de alguna institución que gestionara su desarrollo. En contraste con otros países, como la India, que tienen

ministerios completos para manejar el desarrollo de las energías renovables, en México el cumplimiento de las obligaciones de CEL, así como la vigilancia del mercado y participación de energías “limpias”, se dejaron en manos de la SENER y la CRE —y en específico de la Dirección General de Energías Limpias de la CRE. No se creó un órgano independiente, ni mucho menos una comisión para promover y facilitar su participación e incorporación al SEN. Se hubiera esperado que la SEMARNAT o la CONUEE desempeñaran un papel más significativo en la transición energética del país, pues la primera maneja la política ambiental y la conservación y explotación de recursos naturales, y la segunda se encarga de promover el uso sustentable de la energía. Sin embargo, actualmente la CONUEE no tiene atribuciones en la transición energética (sólo trata su uso sustentable), mientras que, según Alberto Villa, director de evaluación de los sectores energía e industria de la SEMARNAT, la Secretaría de Medio Ambiente tiene “unos cuantos grupos de trabajo con la SENER para tratar el tema de las renovables. En realidad —continúa Villa—, la SEMARNAT sólo se encarga de hacer las evaluaciones ambientales de los proyectos de generación, mas no está dentro de sus facultades promover a las energías renovables”.³⁴⁹

En contraste, hay una subsecretaría en la SENER (la subsecretaría de hidrocarburos) encargada específicamente de dirigir la política de hidrocarburos en México. Además, se creó el CENAGAS y una Comisión con el objetivo de vigilar las actividades de exploración y explotación de hidrocarburos, la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH), la cual lleva a cabo las llamadas “rondas” —licitaciones públicas internacionales de exploración y explotación de hidrocarburos—, mientras que las subastas de largo plazo diseñadas para promover la participación de las energías “limpias” las lleva a cabo la CRE (una Comisión que regula todo el sector energético).

³⁴⁹ Entrevista con Alberto Villa, director de evaluación sectores energía e industria de SEMARNAT, 17 de enero 2017.

La creación de un entramado institucional tan amplio y complejo para el desarrollo de los hidrocarburos es reveladora. Refleja, por un lado, la importancia que tiene para el gobierno mexicano promover desde el Estado el desarrollo de esta industria, que es producto de la dependencia de camino creada por decisiones pasadas que hicieron de estos recursos uno de los ejes de la política energética de México. Es evidente que este contraste se explica, en parte, por la construcción histórica del entramado institucional de los hidrocarburos y la cantidad de recursos materiales humanos y financieros que recibieron en consecuencia. El intento de la reforma de romper con la inercia institucional del encierre de carbono sigue limitado por un conjunto de retornos crecientes pensados e implementados para los hidrocarburos que tienen efectos adversos para las energías renovables.

Por el otro lado, refleja lo importante que fue para el gobierno mexicano post-Reforma energética diseñar instituciones transparentes y descentralizadas del Ejecutivo Federal para plantear y gestionar los proyectos de exploración, extracción y generación de electricidad a partir de hidrocarburos. Lo cual probablemente responde a la importancia política y simbólica que tienen históricamente estos recursos en el ideario nacional y con la resistencia que enfrentó la reforma energética. Al respecto, en palabras del exsubsecretario de electricidad, César Emiliano Hernández, mientras que el sector de hidrocarburos concentró la mayor parte de la atención mediática y de las críticas públicas a la Reforma Energética, conforme avanzaba el debate resultaba evidente que la Reforma eléctrica pasaba inadvertida al fondo de una inmensa polémica sobre el petróleo.³⁵⁰

Como se sabe, las organizaciones burocráticas (sindicatos, Secretarías, entre otras) buscan, en general, maximizar sus recursos y garantizar la conservación de su estructura e influencia. Por lo tanto, la multiplicación de organizaciones dentro de un mismo sector propicia que sus acciones y discursos se orienten a preservar la relevancia económica y política de su sector. En

³⁵⁰ César Emiliano Hernández, *Reforma Energética. Electricidad*, Ciudad de México, FCE, 2018, p. 30.

ese sentido, la existencia de órganos descentralizados, comisiones, sindicatos, empresas productivas del estado en el sector de hidrocarburos se traduce en mayor resistencia y aversión al cambio. Sus recursos, empleos y razón de ser dependen de que se siga utilizando estas fuentes de energía. La transición energética se percibe, pues, como una amenaza directa a sus intereses, por lo que la multiplicación de organizaciones se puede considerar una barrera política.

Este fenómeno también se refleja en el número de planes y programas asociados con la promoción de los hidrocarburos, que supera, por mucho, la cantidad relacionada con energías “limpias”. En particular, de acuerdo con Jorge Huacuz, investigador del Instituto de Investigaciones Eléctricas (ahora Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias), el hecho de que se deje a las energías renovables fuera de los planes y programas más importantes es la primera barrera que impide su desarrollo,³⁵¹ pues no manda las señales adecuadas al mercado sobre el compromiso estatal de promover su despliegue generalizado en la matriz energética.

Respecto al desarrollo de los hidrocarburos, el gobierno ha publicado y emitido decenas de programas y planes, los cuales incluyen las prospectivas de gas natural, gas LP y petróleo, los planes quinquenales de expansión del Sistema de Transporte y Almacenamiento de gas natural y de licitaciones para la exploración y extracción de hidrocarburos, la EISGN, la política pública para la implementación del mercado de gas natural, entre otros. Por su parte, la promoción de las energías “limpias” sólo se rige a partir de la ESTRATEGIA y la *Prospectiva de Energías Renovables*. En términos numéricos, la diferencia es alarmante y aun comparando únicamente aquellos programas y planes enfocados al gas natural las cantidades siguen siendo desproporcionadas. Sin embargo, esta diferencia es todavía más profunda si se analiza el contenido de los programas dedicados a cada tipo de energía. Mientras que la participación de las energías “limpias” en el SEN, así como el desarrollo de su cadena de valor se dejó en “manos del mercado” —por lo que el

³⁵¹ Entrevista con Jorge Huacuz, investigador del Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias, 17 de febrero de 2017.

Estado no determina qué proyectos se deben hacer y cuáles no, sino que son los inversionistas quienes deciden en qué tecnología invertir sus recursos tomando en cuenta la existencia de los CEL y las subastas eléctricas—,³⁵² el desarrollo de la industria de generación eléctrica a partir de gas natural está planeada desde el Estado: hay estrategias y planeas indicativos. Es decir, el desarrollo de la industria de las energías “limpias” se define en función de criterios privados, mientras que la industria de hidrocarburos se construye como un problema de interés público.

En ese sentido, los dos instrumentos que se publican anualmente para promover la participación de energías “limpias” son documentos descriptivos que no cuentan con indicaciones para ninguna institución de la administración pública. La *Prospectiva en Energías Renovables*³⁵³ es “un instrumento de política energética que contiene tanto información histórica como prospectiva de todas aquellas energías renovables con el fin de ayudar en la toma estratégica de decisiones de inversión, investigación y política pública”,³⁵⁴ mientras que la ESTRATEGIA es una “hoja de ruta” para la implementación de las metas “aspiracionales” de generación a partir de energías “limpias”. De hecho, como menciona Daniela Gómez Treviño, “en la mayoría de los casos, las herramientas utilizadas para promover el uso de energías “limpias” no exploran las especificidades de cada tipo de energía... La única excepción es el caso de la *Ley de Energía Geotérmica*”,³⁵⁵ que tampoco cuenta con un plan indicativo de desarrollo.

En contraste, el gas natural sí cuenta con instrumentos de planeación específicos, que *indican* qué proyectos se deben de desarrollar. Los planes quinquenales de expansión del Sistema de Transporte y Almacenamiento de Gas Natural, así como la EISGN, son herramientas de planeación *indicativa* mediante las que el gobierno mexicano define los proyectos estratégicos

³⁵² Entrevista con Daniela Pontes, Directora de Instrumentos de Energías Limpias de la SENER, 8 de febrero 2017.

³⁵³ Es importante señalar que no se entiende por qué la prospectiva es de energías “renovables” y no de “limpias” en el sentido de que las metas contemplan las segundas.

³⁵⁴ *Prospectiva de Energías Renovables 2016-2030, op. cit.*, p. 14.

³⁵⁵ Daniela Gómez Treviño, “Diversificación del uso de energías renovables y la seguridad energética en México”, *Perspectivas Energéticas-El Colegio de México*, 3 (2017), p. 19.

para la política energética nacional, es decir la existencia de una cadena de valor eficiente de gas natural, así como de centrales de ciclo combinado abierto y cerrado y de cogeneración.

Sólo de la publicación de la reforma energética hasta finales de 2017, se añadieron, conforme a lo estipulado en los planes indicativos, 3,392 kilómetros a la red nacional de gasoductos, lo que representó un incremento de 29%.³⁵⁶ La CFE convirtió siete centrales de generación termoeléctrica a combustión dual para que, además de combustóleo, puedan utilizar gas natural para la generación de electricidad e impulsó la construcción de nueve centrales nuevas de ciclo combinado (equivalentes a 6 mil MW; es decir prácticamente lo mismo que se va a construir a partir de los resultados de las tres subastas de largo plazo de energías “limpias”).³⁵⁷

Si bien no se le están dando incentivos explícitos al desarrollo de la cadena de valor del gas natural y otros hidrocarburos, los programas indicativos, así como las inversiones de la CFE en su carácter de Empresa Productiva del Estado en centrales de gas natural a bajas tasas retorno, funcionan como subsidios indirectos que, por un lado, dan certidumbre a todos los involucrados en la industria (si el gobierno respalda los proyectos haciéndolos prioritarios y estratégicos es más seguro invertir en ellos) y, por el otro lado, facilitan la obtención de recursos y permisos. Es una percepción general de aquellos involucrados en el sector eléctrico fuera de la administración pública que, si se le diera la mitad de estos apoyos a las energías renovables (certidumbre jurídica y financiera), su desarrollo podría ser del doble o triple al año.³⁵⁸

Insisto: hay intervenciones públicas que, por no etiquetarse explícitamente como subsidios o incentivos, no se consideran instrumentos directos de política. Esta sección destaca que la multiplicación de reglas, planes y organizaciones en el sector de hidrocarburos se traduce en barreras políticas para la integración de energías “limpias”. Además de no tener instrumentos

³⁵⁶ *Prospectiva de Gas Natural 2017-2031*, Ciudad de México, SENER, 2017, p. 12.

³⁵⁷ *Ibid.*, p. 37.

³⁵⁸ Entrevista con Victor Ramírez, Director Ejecutivo de ANES, 12 de enero 2017; entrevista con Israel Urtado, Director General de ASOLMEX, 23 de diciembre 2016; entrevista con Jaime Agredano, investigador del INEEL, 31 de enero 2017.

legales comparables es políticamente inviable desaparecer un sector del que dependen tantos intereses por cuestiones “superfluas” de política ambiental y seguridad energética. La existencia de este entramado institucional se refuerza a sí mismo, busca conservarse y diseña formas de mantener y maximizar sus recursos y enfrentar amenazas externas.

Gas natural y combustóleo: los más utilizados por la CFE

La última barrera política y económica que impide que las energías “limpias” puedan desplazar a las energías convencionales que se trata en esta tesis es el hecho de que el exmonopolio de electricidad (la CFE) no ha demostrado prácticamente interés en invertir en energías “limpias” o renovables, lo cual no contribuye a cumplir los objetivos de la transición energética. Actualmente, la CFE genera cerca de 80% de la energía eléctrica total en el país, 60% mediante sus seis empresas productivas subsidiarias de generación y 18% a partir de los productores independientes de energía del esquema legado. Además, suministra la electricidad a más de 40 millones de usuarios en el país mediante su figura de suministrador básico.

Por lo tanto, cualquier intento de transición energética debe incluir a la empresa productiva del estado dominante en el sector para completarla. No obstante, se identificó una actitud poco cooperativa por parte de la CFE para transitar a tecnologías de generación bajas en emisiones de carbono. De acuerdo con Jeff Pavlovic, exdirector General de Seguimiento y Coordinación de la Industria Eléctrica y uno de los principales diseñadores de la reforma eléctrica, la CFE nunca tuvo *expertise* en tecnología solar y eólica y, aunque cuentan con CFE solar, considera que es muy difícil que inviertan en tecnología renovable a menos que se le instruya.³⁵⁹ Hay inercias tecnológicas muy fuertes. De los casi 170 mil MWh que genera anualmente la empresa productiva, sólo 6 mil MWh se producen a partir de energías renovables

³⁵⁹ Entrevista Jeff Pavlovic, exdirector general de seguimiento y coordinación de la industria eléctrica de la SENER, 9 de febrero 2017.

(solar, geotérmica y eólica) y 38 mil MWh a partir de energía nuclear e hidroeléctrica de gran escala. De hecho, a pesar de que, como se mencionó anteriormente, en el artículo séptimo de la LTE se estableció a todos los generadores la obligación de sustituir gradualmente sus centrales de generación más contaminante (combustóleo y/o carbón)³⁶⁰ por instalaciones de generación que cumplan con la normatividad de emisiones contaminantes, la CFE decidió reemplazar únicamente las centrales intensivas en uso carbono por centrales de gas natural. Técnicamente, es razonable. La transformación de una planta de combustóleo a una planta de gas natural es relativamente sencilla comparada con la construcción de una granja eólica: se puede usar el mismo lugar y sólo tienen que colocarse quemadores diseñados para quemar gas natural.³⁶¹ No obstante, en un escenario donde la CFE domina la mayor parte del mercado eléctrico, su contribución es necesaria para lograr una transición energética mediante generación y financiamiento y no únicamente a través de su cumplimiento de la obligación de CEL: no es una empresa más.

De acuerdo con Héctor J. Treviño el rechazo de la CFE a las energías renovables va más allá de la cuestión económica, “a la CFE nunca le han gustado las energías renovables por su intermitencia”.³⁶² En específico, de acuerdo con el exdirector general de la CFE, Enrique Ochoa, “las energías renovables no tienen palabra de honor”.³⁶³ Históricamente, la CFE ha dado preferencia a las centrales de ciclo combinado y actualmente, la empresa productiva del estado tiene a su cargo la construcción de 17 proyectos de transporte de gas natural (ductos) y dos

³⁶⁰ *Ley de Transición Energética*, art. 7º, frac. III.

³⁶¹ Carlos Alberto Mariño, “Conversión de Centrales de Combustóleo a otros combustibles. Proyectos esenciales para mejorar la eficiencia económica en generación”, *Boletín instituto de investigaciones eléctricas*, enero-marzo (2014), p. 12.

³⁶² Entrevista con Héctor J. Treviño, Director ejecutivo de la AMDEE, 4 de enero 2017.

³⁶³ Citado por Héctor J. Treviño, Director ejecutivo de la AMDEE, en su entrevista el 4 de enero 2017 y por Víctor Ramírez, Director ejecutivo de la ANES, en su entrevista el 12 de enero 2017.

proyectos que va a licitar. Además, está construyendo nueve centrales nuevas de ciclo combinado (gas natural) y dos de combustión interna (combustóleo).³⁶⁴

A principios de 2017, CFE Suministro Básico (una de las empresas en las que el exmonopolio fue dividido) presentó un amparo en contra de las nuevas disposiciones de generación distribuida, es decir, la generación *in situ*,³⁶⁵ la cual es un paso determinante en la transición energética. Este tipo de generación consiste en la producción de electricidad por medio de pequeñas fuentes de energía renovable (por ejemplo, paneles solares o turbinas eólicas en los techos de las casas). Antes de que se publicaran las disposiciones,³⁶⁶ cualquier persona podía generar electricidad desde su techo con un panel, sin embargo, si había un exceso de generación, la CFE no estaba obligada a pagar el excedente (simplemente se inyectaba en la red general y se perdía). No obstante, con las nuevas disposiciones esto cambió. A partir de 2017, la empresa productiva del estado está obligada a pagar cualquier producción excedente que le sobre a un hogar o comercio y entre en su red, lo que llevó a la empresa a ampararse y a proclamarse mediáticamente como “en guerra con las pequeñas firmas solares”.³⁶⁷

Lo que perciben los participantes del sector es, pues, “una renuencia importante por parte de la empresa a utilizar otras fuentes de energía que no sean combustibles fósiles”.³⁶⁸ Esto pone en desventaja a las energías renovables, pues en un escenario de recursos limitados, si todo se le está apostando a los hidrocarburos, las energías renovables quedan fuera.

³⁶⁴ *Informe anual 2016*, Ciudad de México, CFE, 2016, pp. 86-94, disponible en <https://goo.gl/NEMRH1>, consultado el 14 de mayo 2017.

³⁶⁵ Edgar Sigler, “CFE se ampara contra las reglas para energías renovables”, *Expansión*, 17 de mayo 2017, disponible en goo.gl/EaMzci, consultado el 14 de septiembre 2017.

³⁶⁶ “Disposiciones administrativas de carácter general, los modelos de contrato, la metodología de cálculo de contraprestación y las especificaciones técnicas generales, aplicables a las centrales eléctricas de generación distribuida y generación limpia distribuida”, *Diario Oficial de la Federación*, Ciudad de México, CRE, 7 de marzo de 2017.

³⁶⁷ E. Sigler, art. cit.

³⁶⁸ Entrevista con Erik Mendoza, director en FENOSA, 28 de febrero 2017.

CONSIDERACIONES FINALES

En un entorno donde los problemas asociados a la seguridad energética y cambio climático son cada vez más apremiantes —las tasas de producción de hidrocarburos van en declive y los efectos del calentamiento global se empiezan a hacer visibles—, el despliegue de las energías renovables en las matrices energéticas de todos los países es fundamental en la medida en que son una alternativa a las fuentes de energía convencionales. Reconociendo el valor ambiental y energético de las fuentes de energía renovable, así como el enorme potencial de generación de este tipo de energía en México, la Reforma Energética de 2013 supuso un esfuerzo multidimensional por romper las inercias institucionales —construidas históricamente—, políticas y económicas, que han hecho del sector energético un ámbito de política históricamente intocable en el país, para obtener beneficios ambientales, económicos y laborales.

Como parte de la Reforma Energética en materia de electricidad, se establecieron metas para aumentar la participación de las energías “limpias” en la generación eléctrica nacional y un mecanismo específico para lograrlo: los Certificados de Energías Limpias. No obstante, la configuración histórica del entramado institucional basado en el uso de hidrocarburos en México constriñó y bloqueó la transición energética, mediante la construcción de barreras (retornos crecientes), las cuales perpetúan hasta la fecha la dependencia nacional energética en la industria de hidrocarburos. En ese sentido, la conformación del entramado institucional que se buscó romper y los instrumentos que se diseñaron dentro de la Reforma Energética en materia de electricidad para lograrlo fueron los objetos de esta investigación.

En esta tesis busqué, por un lado, analizar los orígenes y consolidación del entramado institucional basado en el uso de hidrocarburos, mediante la construcción de una narrativa

histórica con base en una revisión bibliográfica amplia de fuentes primarias y secundarias; por otro, los efectos de dicho entramado institucional sobre los instrumentos planteados en la Reforma Eléctrica: las barreras o retornos crecientes que impidieron la consolidación de una política integral de participación de energías limpias con instrumentos efectivos.

En la primera parte de este trabajo, me concentré, pues, en ofrecer un recuento histórico de la construcción del actual sector energético mexicano centrado en el uso de hidrocarburos. Con base en las aportaciones teóricas del institucionalismo histórico, planteé una narrativa centrada en las dimensiones políticas, económicas, institucionales y simbólicas del sector, partiendo del supuesto de que las decisiones pasadas constriñen las decisiones futuras hasta llegar a un arreglo institucional rígido; un supuesto conocido como dependencia de camino, el cual puede desembocar —como sucedió en el caso mexicano— en un encierre de carbono. En México, la configuración de dicho “encierre” se puede entender si se repasa el papel que desempeñó la industria de hidrocarburos en los procesos históricos de construcción del Estado mexicano posrevolucionario a lo largo del siglo XX. En ese sentido, describí la configuración del arreglo institucional basado en el uso de hidrocarburos a partir de tres dimensiones: institucional, económica y simbólica.

En el ámbito institucional, hice un recuento de las implicaciones en el corto y mediano plazo de uno de los puntos de inflexión en la historia de México: la expropiación petrolera. A partir de la intervención directa del Estado en la dirección de la política energética del país, las demandas en la industria comenzaron a moldear el arreglo institucional en el país y la evolución de la economía. Para manejar y administrar el cambio que implicaba la expropiación se tuvieron que diseñar organismos como Pemex, pactar con sindicatos, construir edificios, redactar documentos, promulgar leyes, entrenar personal, crear institutos de investigación —todo dentro del Estado—, lo que propició que el entramado institucional mexicano basado en el uso de hidrocarburos fuera adquiriendo una configuración estable, rígida y cada vez más difícil de revertir.

En el ámbito económico, la abundancia de recursos petroleros moldeó el desarrollo y crecimiento económico en el país: fomentó la creación de un Estado rentista con finanzas *petrolizadas*, cuya dependencia fiscal en la venta de hidrocarburos reforzó constantemente la dependencia de camino. La explotación de combustibles fósiles configuró los procesos de construcción y crecimiento económico del Estado hasta convertirse en el eje de su política económica. Finalmente, respecto al ámbito simbólico, la importancia que tienen los hidrocarburos en el ideario político mexicano, así como la idea de Lázaro Cárdenas como ícono de soberanía nacional explican, también, la estabilidad del arreglo basado en el uso de hidrocarburos. La carga simbólica y emotiva asociada al petróleo como emblema nacional contribuyó al encierre de carbono, bloqueando la discusión pública sobre posibles cambios estructurales en el sector durante mucho tiempo, hasta la Reforma Energética de 2013, la cual, a partir de una narrativa coherente de mantener la soberanía de los recursos naturales y una coalición política amplia, permitió esbozar de manera creíble una transformación del sector energético.

En la segunda parte de esta tesis, analicé, con base en una serie de entrevistas semiestructuradas y revisión bibliográfica amplia, los instrumentos de política diseñados como parte de la Reforma Eléctrica para romper con el arreglo institucional basado en el uso de combustibles fósiles y aumentar la participación de fuentes renovables de energía en la generación de electricidad. Los hallazgos confirmaron la intuición teórica: los mecanismos diseñados para romper con la inercia institucional enfrentan una serie de barreras para su implementación, resultado de la operación de los retornos crecientes o “costos” asociados al encierre de carbono y dependencia de camino en la configuración institucional del sector energético. El entramado institucional basado en el uso de combustibles fósiles planteó, pues, la implementación de instrumentos débiles e insuficientes para fomentar la participación de energías alternativas.

En esta investigación, clasifiqué las barreras o retornos crecientes en seis categorías: 1) políticas y de planeación estratégica; 2) económicas y financieras; 3) legislativas; 4) fiscales; 5) tecnológicas; y 6) sociales y culturales. Utilicé esta clasificación para determinar el tipo de problema que enfrentan los mecanismos diseñados para promover el despliegue de energías renovables en el sector eléctrico. Si bien la descripción general de los hallazgos (capítulo 3) no se estructuró a partir del tipo de barreras, sino que me concentré en cada instrumento con fines de claridad, la siguiente tabla muestra de manera condensada los instrumentos que analicé y el tipo de barrera que representan para la integración de energías renovables en la matriz energética:

Tipo de Barrera	Mecanismo
Barreras políticas y de planeación estratégica	<ul style="list-style-type: none"> - Definición de “energías limpias” - Objetivos contradictorios en la ENE - Discurso del gas natural como energía de transición o “puente” - Multiplicación de organizaciones, así como de planes y programas asociados a la extracción, transporte y uso de hidrocarburos - Construcción desde la administración de la industria de hidrocarburos como un problema de interés público
Barreras económicas y financieras	<ul style="list-style-type: none"> - Ausencia de precios mínimos por CEL - Costos hundidos asociados a la infraestructura de gas natural e hidrocarburos en general - “Rechazo” de la CFE de las fuentes de generación renovables o “limpias”
Barreras legislativas	<ul style="list-style-type: none"> - Metas arbitrarias y no vinculantes - Requisito insuficiente de adquisición de CEL
Barreras fiscales	<ul style="list-style-type: none"> - Ausencia de fiscalización (impuesto y mercado de carbono) efectiva de las externalidades ambientales - Suavización de precios de hidrocarburos y extensión de gas natural
Barreras tecnológicas	<ul style="list-style-type: none"> - Neutralidad tecnológica de los CEL - Mercado de Potencia
Barreras sociales	<ul style="list-style-type: none"> - Petróleo como emblema nacional, prácticas cotidianas - Intereses políticos y sociales asociados a la conservación del arreglo

Fuente: elaboración propia.

Primero, encontré que la amplitud conceptual del término “energías limpias” establecido en la LTE es una barrera política en la medida que perjudica significativamente la transición energética. Como consecuencia de una decisión política, el concepto de energías “limpias” contempla en su definición tecnologías de generación cuya “limpieza” es cuestionable en términos de emisiones y relación con la cadena de valor de hidrocarburos. La inclusión de fuentes como cogeneración, centrales con captura de emisiones de carbono o hidroeléctricas de gran escala, reduce los incentivos políticos del gobierno para propiciar la transición pues facilitan el alcance de las metas de generación “limpia” y propician la preservación del modelo basado en el uso de hidrocarburos —aunque emiten menos contaminantes, fuentes de generación como la cogeneración usan gas natural en sus procesos lo que propicia su extracción, transporte y uso.

Segundo, señalé dos aspectos del diseño de los Certificados de Energías Limpias (CEL) —principal mecanismo para incrementar la participación de energías “limpias” en la matriz energética— que promueven la conservación del arreglo institucional en el uso de hidrocarburos: la ausencia de precios mínimos y la neutralidad tecnológica de los Certificados. Respecto al primero, si se parte de la idea de que los certificados funcionan como un ingreso “extra” para que los generadores de energías “limpias” puedan competir, la ausencia de precios mínimos por certificado se traduce en una barrera económica, pues mina la capacidad de este mecanismo para incentivar la inversión en energías “limpias”. Si el precio por certificado es demasiado bajo, como lo es en México, los CEL son irrelevantes como política pública y perjudiciales para la transición energética —son el único instrumento diseñado para propiciarla. Por su parte, la neutralidad tecnológica inherente al mecanismo de certificados mexicano es una barrera tecnológica: condiciona la participación de las energías renovables en la generación eléctrica a los costos marginales de cada tecnología. La ausencia de una estrategia de diversificación tecnológica (certificados diferenciados por tipo de generación) marginaliza energías con alto potencial de

generación y restringe el margen de maniobra de los actores interesados en invertir, dificultando el reemplazo de las energías convencionales por energías más “amigables” con el ambiente.

Tercero, sugerí que las metas legales de participación de energías “limpias” y las obligaciones de adquisición de CEL no plantean una amenaza para el entramado institucional basado en el uso de combustibles fósiles; sus magnitudes no son óptimas respecto a los objetivos de política pública que buscan alcanzar. Por un lado, las metas de participación son un número más o menos arbitrario —no se tiene registro de su procedencia— y no es vinculante. Por otro, las obligaciones de CEL son insuficientes para promover el despliegue de energías renovables —no se quiso “estresar” a los participantes obligados. En ese sentido, las considero como barreras legislativas que deterioran la participación de las energías renovables en la matriz y, por lo tanto, protegen al entramado institucional dominante (no lo presionan).

Cuarto, mostré que la convivencia de objetivos contradictorios dentro de la Estrategia Nacional de Energía entorpece la implementación de los instrumentos para promover el desarrollo de energías renovables, pues se tomaron dos decisiones políticas donde el éxito de una depende del fracaso de la otra: por un lado, México busca ser líder en generación de electricidad a partir de energías renovables y, por otro, se quiere aumentar significativamente la producción de hidrocarburos. En ese sentido, la incompatibilidad entre los objetivos representa una barrera de planeación estratégica, que protege el entramado institucional basado en el uso de combustibles fósiles en un contexto donde la generación de hidrocarburos tiene ventajas históricas significativas.

Además, señalé que el discurso mediante el cual el gobierno justifica esta incoherencia de planeación —el gas natural como energía de transición o “puente”— perpetúa más concretamente el entramado institucional basado en el uso de combustibles fósiles y la dependencia de camino. Los hallazgos muestran que el discurso de gas natural como energía de transición legitima la continuación de un esquema de generación intensiva en carbono,

recurriendo a argumentos de sostenibilidad y mejora ambiental. La operación de los retornos no sólo no se detiene, sino que se estimula: las inversiones relacionadas con la construcción de infraestructura de transporte y suministro de combustibles, así como de plantas de generación, se traducen en costos “hundidos”; es decir, barreras económicas que extenderán la permanencia de la demanda por hidrocarburos por décadas y que perjudican los esfuerzos en términos de mitigación de cambio climático —no propician una reducción de emisiones de GEI en el largo plazo—, y en términos de seguridad energética —amplían la dependencia energética actual de México a las exportaciones procedentes de Estados Unidos.

Quinto, afirmé que las energías renovables participan en desventaja en el mercado eléctrico: las condiciones de competencia son desiguales. El mercado de Potencia representa un incentivo monetario para las plantas de generación de electricidad a partir de energías convencionales. Si bien había otros mecanismos disponibles para solucionar los problemas asociados a la confiabilidad del sistema eléctrico (como el consumo “inteligente”), los hacedores de política decidieron implementar un instrumento que premia de manera inequitativa a ciertas tecnologías de generación. En ese sentido, el mercado de Potencia es una barrera tecnológica, que limita la integración de energías renovables con mayores niveles de intermitencia.

En contraste, no hay en todo el esquema post-Reforma un solo mecanismo efectivo para castigar la externalidad negativa ambiental que representan las fuentes de generación a partir de hidrocarburos. A pesar de que en el marco institucional se encuentra el impuesto al carbono y el mercado de carbono, éstos son mecanismos fiscales ineficientes que no toman en cuenta las externalidades ambientales para sus estimaciones; son, pues, barreras fiscales que perpetúan el encierro de carbono al no propiciar una competencia en igualdad de condiciones, donde todas las desventajas asociadas a las tecnologías se traduzcan en costos. Las energías renovables son, en este esquema, las únicas que pagan por las debilidades inherentes a sus procesos de producción.

Séptimo, argumenté que la proliferación de instituciones orientadas a promover y direccionar el desarrollo de los hidrocarburos en el país, así como de planes y programas asociados con la promoción de hidrocarburos, se traducen en una barrera política difícil de revertir. La multiplicación de organizaciones funciona como retorno creciente: conserva la relevancia económica y política de su sector, pues sus recursos, empleo y razón de ser dependen de que se sigan utilizando estas fuentes de energía. Por su parte, los planes y programas (sobre todo aquellos que son indicativos) funcionan como subsidios indirectos que, por un lado, dan certidumbre a todos los involucrados en el sector y, por otro, facilitan la obtención de recursos. Ambos son retornos crecientes que, por no etiquetarse como incentivos explícitos, no se consideran como instrumentos de política pública, pero tienen efectos concretos: impiden el reemplazo de las energías convencionales por energías renovables en la medida en que hacen inviable desaparecer un sector del que dependen tantos intereses, entre los cuales destacan los de la Empresa Productiva del Estado (CFE), la cual no ha mostrado poco en interés en tomar la batuta institucional en la política de transición energética.

A la luz del marco teórico de esta tesis, los hallazgos revelan la complejidad inmersa en el entramado institucional basado en el uso de hidrocarburos —construido históricamente— y los retornos crecientes que operan en contra de cualquier intervención disruptiva: en este caso, la participación de las energías renovables. Este trabajo es una contribución al diseño de política pública de transición energética, que arroja luz sobre las barreras y dificultades que enfrentan los instrumentos planteados en la Reforma Energética de 2013 y sobre sus áreas de mejora, con la intención de propiciar la creación de mecanismos capaces de romper con la inercia institucional asociada con problemas de cambio climático y seguridad energética.

La Reforma Eléctrica de 2013 fue un avance importante hacia la transición energética de México, pues parte del diagnóstico correcto: se necesita aumentar significativamente la participación de las energías alternativas para enfrentar los problemas asociados al cambio

climático y la seguridad energética del país. Sin embargo, como se muestra en esta investigación, debido al entorno institucional en el que opera la Reforma, su diseño e implementación tal y como está planteado posiblemente no tendrá el impacto o efecto deseado sobre la matriz energética del país. Los intereses políticos e institucionales que refuerzan la generación a partir de fuentes fósiles de energía están afianzados en un entramado institucional muy complejo construido históricamente, que sólo podrá modificarse si se reconocen todas sus áreas de actuación, los intereses en juego y los esquemas de incentivos. Esta tesis es un esfuerzo encaminado a ese objetivo en la medida que incorpora varios niveles de análisis simultáneamente (legal, organizacional, político, económico), lo que me permitió visibilizar de manera explícita algunos de los obstáculos de política destacables. Si bien no ofrezco un catálogo de soluciones, al relacionar las barreras con su contexto institucional, busco que esta tesis sea un marco de referencia para futuros hacedores de política pública. En un contexto de coyuntura como el actual, donde la ventana de oportunidad disponible para combatir el cambio climático es cada vez más pequeña, la elaboración de este tipo de trabajos es especialmente relevante, pues refuerza la idea de que promover una política de Estado que le dé ventajas a las energías renovables es la única forma de promover una transición energética rápida y eficaz —una condición indispensable para el desarrollo de los países en las próximas décadas.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR, Luis F. (ed.), *La implementación de las políticas*, México, Miguel Ángel Porrúa, 1996.
- _____, Luis F., *El estudio de las políticas públicas*, Ciudad de México, Miguel Ángel Porrúa, 2000.
- ÁLVAREZ de la Borda, Jorge, *Crónica del petróleo en México. 1963 hasta nuestros días*, Ciudad de México, Pemex, 2006.
- ANDERSON, Philip y Arrow, Kenneth (eds.), *The Economy as an Evolving Complex System*, Nueva York, Addison-Wesley, 1988.
- BERGER, Peter y Thomas Luckmann, *The Social Construction of Reality*, Nueva York, Anchor, 1966.
- BINDER, Sarah A. et al., (eds.), *The Oxford Handbook of Political Institutions*, Oxford, Oxford University Press, 2008.
- BODANSKY, David, *Nuclear Energy: Principles, Practices and Prospects*, Nueva York, Springer, 2003.
- BÖHRINGER, Christoph et al., “The impact of the German Feed-in Tariff Scheme on Innovation: Evidence Based on Patent Filing in Renewable Energy Technologies”, *Energy Economics*, 67 (2017), pp. 545-553.
- BRICK, Kerri, y Visser, Martine, *Green Certificate Trading*, Ciudad del Cabo, Energy Research Center-University of Cape Town, 2009.
- BROWN, Stephen P.A., et al., *Natural Gas: A Bridge to a Low-Carbon Future?*, Oklahoma, National Energy Policy Institute-Resources for The Future, 2009.
- CADENA, Cecilia, *Administración pública y procesos políticos en México*, México, El Colegio Mexiquense, 2005.
- CAMACHO, José, *El nuevo Pemex*, México, Subdirección Técnica Administrativa de Petróleos Mexicanos, 1983.
- CÁRDENAS, Jaime, *En defensa del petróleo*, Ciudad de México, UNAM, 2009.
- CARTER, Neil et al., *How Organizations Measure Success: The Use of Performance Indicators in Government*, Nueva York, Routledge, 1992.
- CASE, Karl E., et al., *Principios de Microeconomía*, Ciudad de México, Pearson, 2012.

- CASTEJÓN, Francisco, *¿Vuelven las nucleares? El debate sobre la energía nuclear*, Madrid, Talasa, 2004.
- CORREAS, Óscar, *La Sociología Jurídica. Un ensayo de definición*, Ciudad de México, Instituto de Investigaciones Jurídicas, 1993.
- DE LA GARZA Toledo, Enrique, *et al.*, *Historia de la Industria Eléctrica en México*, México, Universidad Autónoma Metropolitana, 1994.
- DELLA PORTA, Donatella, y Keating, Michael (eds.), *Approaches and Methodologies in the Social Sciences: A Pluralist Perspective*, Cambridge, University Press, 2012.
- ELIZONDO, Gabriela y Barroso, Luiz, *Design and Performance of Policy Instruments to Promote the Development of Renewable Energy: Emerging Experience in Selected Developing Countries*, Washington D.C., The World Bank, 2011.
- ESCALANTE, Pablo *et al.*, *Nueva historia mínima de México*, México, El Colegio de México, 2010.
- ESCRIBANO, Gonzalo *Seguridad Energética: concepto, escenarios, e implicaciones para España y la UE*, Madrid, Documento de trabajo: Real Instituto Elcano, 2006.
- FIORETOS, Orfeo, *et al.* (eds.), *The Oxford Handbook of Historical Institutionalism*, Oxford, Oxford University Press, 2016.
- GARCÍA, Carlos y Omar Masera, *Estado del arte de la bioenergía en México*, Ciudad de México, Red Mexicana de Bioenergía- CONACYT, 2016.
- GEORG Schreyögg y Jörg Sydow (eds.), *The Hidden Dynamics of Path Dependence. Institutions and Organizations*, Nueva York, Palgrave Macmillan, 2010.
- GOLLAS, Manuel, *México, crecimiento con desigualdad y pobreza. De la sustitución de importaciones a los tratados de libre comercio con quien se deje*, documento de trabajo, El Colegio de México, 2003.
- GONZÁLEZ Armijo, Mariana, *Defensa del territorio frente a proyectos del sector eléctrico en México*, Ciudad de México, Fundar, Centro de Análisis e Investigación, 2016.
- HERNÁNDEZ, César Emiliano, *Reforma Energética. Electricidad*, Ciudad de México, FCE, 2018.
- HERNÁNDEZ, Rogelio, *Historia mínima del Partido Revolucionario Institucional*, México D.F., El Colegio de México, 2016.
- HILL, Michael, *The Policy Process in the Modern State*, Londres, Prentice Hall, 1997.
- HUGHES, David *Drill, Baby, Drill: Can Unconventional Fuels Usher in a New Era of Energy Abundance?*, California, Post Carbon Institute, 2013.

- IBERDROLA, *La Electricidad. El recorrido de la energía*, Madrid, Iberdrola-Comunidad de Madrid-Madridinnova, 2002
- IIE, *Instituto de Investigaciones Eléctricas: antecedentes y consolidación*, Cuernavaca, IIE, 2015.
- INSTITUTO de investigaciones Humanísticas, *Los trabajadores ante la nacionalización petrolera*, Jalapa, Universidad Veracruzana, 1988.
- JACOBY, Henry D., *et al.*, *The Future of Natural Gas. An Interdisciplinary MIT Study*, Boston, MIT, 2011.
- JEWEL, Jessica, *The IEA Model of Short-term Energy Security (MOSES). Primary Energy Sources and Secondary Fuels*, París, International Energy Agency, 2011.
- JOHNSON, Todd M., *et al.*, *Low-carbon Development for Mexico*, Washington D.C., The World Bank, 2010.
- KARL, Terry, *The Paradox of the Plenty: Oil Booms and Petro-States*, Berkeley, University of California Press, 1997.
- Kingdon, John, *Agendas, Alternatives and Public Policies*, Nueva York, Haddison-Wesley, 1995.
- KNIGHT, Jack y Sened, Itai, *Explaining Social Institutions*, Ann Arbor, The University of Michigan Press, 1995.
- KOURI, Emilio (ed.), *En busca de Andrés Molina Enríquez. Cien años de 'Los Grandes Problemas Nacionales'*, México, El Colegio de México, 2009.
- KPMG International Cooperative, *Taxes and Incentives for Renewable Energy*, Estocolmo, KPMG, 2015.
- LEZAMA, José Luis, *Cambio climático, ciudad y gestión ambiental*, Ciudad de México, El Colegio de México, 2018.
- _____, José Luis, *La construcción social y política del medio ambiente*, México, El Colegio de México, 2008.
- LIBECAP, Gary, *Contracting for Property Rights*, Cambridge, University Press, 1989.
- LIMÓN Portillo, Alejandro, *Ingresos petroleros vs IEPS a combustibles. El impacto recaudatorio del estímulo fiscal*, Ciudad de México, CIEP, 2018.
- LLOPIS, Guillermo y Vicente Angulo, *Guía de la Energía Geotérmica*, Madrid, Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid-Energy Management Agency, 2007.

- LOAEZA, Soledad, *Las consecuencias políticas de la expropiación bancaria*, México, El Colegio de México, 2008.
- LÓPEZ Calva, Luis F. y Juan Rosellón, *On the Potencial Distributive Impact of Electricity Reform in Mexico*, México, El Colegio de México-Centro de Estudios Económicos (documentos de trabajo), 2002.
- LUSTIG, Nora, *México. Hacia la reconstrucción de una economía*, México, El Colegio de México-FCE, 2002.
- MARKARD, Jochen, *et al.*, *Socio-Technical Transitions and policy Change. Advocacy Coalitions in Swiss Energy Policy*, Brighton, University of Sussex, 2015.
- MASERA, Omar (coord.), *Cuaderno Temático 4 de la bioenergía en México. Situación Actual y Perspectivas*, Ciudad de México, Red Mexicana de Bioenergía A.C., 2011.
- MCCULLY, Patrick, *Silenced Rivers: The Ecology and Politics of Large Dams*, Londres, Zed Books, 2001.
- Migdal, Joel S., *Estados débiles, Estados fuertes*, trad. de L. Andrade y V. Schusseim, Ciudad de México, FCE, 2011.
- MORGENTHAU, Hans J., *Politics Among Nation: The Struggle for Power and Peace*, Nueva York, McGraw-Hill, 2005.
- NORTH, Douglass, *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*, Cambridge, University Press, 1990.
- NEWMAN, Sheila, *Final Energy Crisis*, Londres, Pluto Press, 2008.
- OBERTHÜR, Sebastian y Hermann E. Ott, *The Kyoto Protocol. International Climate Policy for the 21st Century*, Berlín, Springer, 1999.
- OSTROM, E., *Understanding Institutional Diversity*, Princeton, University Press, 2005.
- PARSONS, Craig, *How to Map Arguments in Political Science*, Oxford, University Press, 2007.
- PETERS, Guy, *Institutional Theory in Political Science. The "New Institutionalism"*, Londres, Pinter Publisher, 1999.
- PFEIFFER, Alexander, *et al.*, *The 2°C Capital Stock for Electricity Generation: Committed Cumulative Carbon Emissions from the Power Sector and the Transition to a Green Economy*, Oxford, Institute for New Economic Thinking at the Oxford Martin School, 2015.

- POWELL, Walter y DiMaggio, Paul (eds.), *The New Institutionalism in Organizational Analysis*, Chicago, University of Chicago Press, 1991.
- PRZEWORSKI, Adam y Maravall, José Maria (eds.), *Democracy and the Rule of Law*, Cambridge, Cambridge University Press, 2003.
- PWC, *Transformación del Sector Eléctrico Mexicano. Implicaciones de la Ley de la Industria Eléctrica y la Ley de la CFE*, PwC, Ciudad de México, 2014.
- QUASCHNING, Volker, *Understanding Renewable Energy Systems*, Londres, Earthscan, 2005.
- RABASA, Tania, *Estado y auges petroleros. El caso de México*, tesis de maestría, El Colegio de México, 2009.
- RESCH, Gustav, et al., *Feed-in Tariffs and Quotas for Renewable Energy in Europe*, Viena, Vienna University of Technology-Fraunhofer Institute Systems and Innovation Research-European Comission, 2007.
- REUS-SMIT, Christian y Duncan Snidal (eds.), *The Oxford Handbook of International Relations*, Oxford, University Press, 2009.
- RUIZ, Víctor M., *La industria petrolera en México. Una crónica: gestación y consolidación de Petróleos Mexicanos 1933-1970*, Ciudad de México, Pemex, 1988.
- SCHAEFFER, G. J., *Options for Design of Tradable Green Certificate Systems*, Science and Technology Policy Research, Falmer, 2000.
- SCOTT, Richard y John Meyer, *Institutional Environments and Organizations. Structural Complexity and Individualism*, California, Sage Publications Inc, 1994.
- SHEPSLE, Kenneth y Mark Boncheck, *Analyzing Politics. Rationality, Behaviour, and Institutions*, Nueva York, Norton Press, 1997.
- SIGURD NÆSS-SCHMIDT, Helge, et al., *Efficient Strategy to Support Renewable Energy. Integration in Overall Climate and Energy Security Policies*, Copenhagen, Nordic Council of Ministers, 2013.
- SILVA, Carlos, *Los días que cambiaron México: hechos memorables del siglo XX*, Ciudad de México, Grijalbo, 2017.
- SØRENSEN, Bent, *Renewable Energy*, Burlington, Academic Press, 2000.
- STEINMO, Sven et al. (eds.), *Structuring Politics: Historical Institutionalism in Comparative Perspective*, Cambridge, University Press, 1992, pp. 1-32.

- STENNETT, Aidan, *Incentivizing Renewable Electricity. A Comparison of Renewable Obligation Certificates and Feed-in Tariffs*, Belfast, Northern Ireland Assembly, 2010.
- TERÁN, Andrea, *Análisis histórico de la nacionalización de la Comisión Federal de Electricidad y sus implicaciones políticas y económicas para México*, Ciudad de México, Asociación Mexicana de Historia Económica, 2015.
- THIJS Van de Graaf *et al.* (eds.), *The Palgrave Handbook of the International Political Economy of Energy*, Londres, Palgrave Macmillan, 2016.
- TWIDELL, John y T. Weir, *Renewable Energy Resources*, Nueva York, Taylor and Francis, 1986.
- TYLER, Tom R., *Why People Obey the Law*, Princeton, Princeton University Press, 2006.
- WEBER, Max, *Economía y sociedad: esbozo de sociología comprensiva*, Ciudad de México, FCE, 2001.
- _____, Max, *The Methodology of the Social Sciences*, trad. por E. Shils y H. Finch, Glencoe, Free Press, 1949.
- WEISSMAN, Steve, *Natural Gas as a Bridge Fuel. Measuring the Bridge*, San Diego, Center for Sustainable Energy, 2016.
- WIMMER, Andreas y Reinhart Kössler (eds.), *Understanding Change: Models, Methodologies, and Metaphors*, Basingstoke, Palgrave, 2006.
- YIAKOUMI, Despina y Rouaix, Agathe, *Understanding the New Capacity Market Implemented in the UK*, Aberdeen, University of Aberdeen's Department of Economics, 2016.

ARTÍCULOS

- ABDMOULEH, Zeineb, *et al.*, “Review of Optimization Techniques Applied for the Integration of Distributed Generation from Renewable Energy Sources”, *Renewable Energy*, 113 (2017), pp. 266-280.
- ABOLGOSSEINI, Shahrouz y Heshmati, Almas, “The Main Support Mechanisms to Finance Renewable Energy Development”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 40(2014), pp. 876-885.
- AKLIN, Michaël, y Johannes Urplelainen, “Political Competition, Path Dependence, and the Strategy of Sustainable Energy Transitions”, *Journal of Political Science*, 57 (2013), pp. 643-658.
- ALMOND, John L., “The Resource Curse and Oil Revenues in Angola and Venezuela”, *Science & Society*, 75 (2011), pp. 348-378.

- BECKER, Gary, "The Economic Approach to Human Behavior" en Jon Elster (ed.), *Rational Choice*, Oxford, Basil Blackwell, 1986, pp. 108-122.
- BERNSTEIN, Steven y Matthey Hoffman, "The politics of Decarbonization: A Framework and Method", *Climate Change and Renewable Energy Policy in the EU and Canada Workshop*, 2015 (documento de trabajo).
- BEYER, Jürgen, "The Same or Not the Same. On the Variety of Mechanisms of Path Dependence", *International Journal of Social Sciences*, 5(2010), pp. 971-981.
- BUSTAMANTE, Yoloxóchitl, "75 de la creación del Instituto Politécnico Nacional", *Gaceta Politécnica*, 30 (2011), pp. 1-10.
- BUTLER, Lucy, y Neuhoff, Karsten, "Comparison of Feed-in Tariff, Quota and Auction Mechanisms to Support Wind Power Development", *Renewable Energy*, 33 (2008), pp. 1854-1867.
- CALDEIRA, Ken *et al.*, "Climate Sensitivity Uncertainty and the Need for Energy Without CO₂ Emission", *Science*, 299 (2003), pp. 2052-2054.
- CASHORE, Ben *et al.*, "Overcoming the Tragedy of Super Wicked Problems: Constraining our Future Selves to Ameliorate Global Climate Change", *Policy Science*, 45 (2012), pp. 123-152.
- CHERP, Aleh, *et al.*, "Integrating Techno-Economic, Socio-Technical and Political Perspectives on National Energy Transitions: A Meta-Theoretical Framework", *Energy Research and Social Science*, 37 (2018), pp. 175-190.
- COLBORN, Theo *et al.*, "Natural Gas Operations from a Public Health Perspective", *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 17(2011), pp. 1039-1056.
- COLMENARES, Francisco "Petróleo y crecimiento económico en México 1938-2006", *Economía UNAM*, 5(2008), pp. 53-65.
- CONSTANTINI, Valeria, *et al.*, "Security of Energy Supply: Comparing Scenarios from a European Perspective", *Energy Policy*, 35 (2007), pp. 210-226
- CORY, Karlynn, Couture, Toby y Kreycik, Claire, "Feed-in Tariff Policy: Design, Implementation, and RPS Policy Interactions", *National Renewable Energy Laboratory*, 2009.
- COSTA, Maria Teresa y Trujillo-Baute, Elisa, "Retail Price Effects of Feed-in Tariff Regulation", *Energy Economics*, 51 (2015), pp. 157-165.
- DAVID, Paul A., "Clio and the Economics of QWERTY", en Albert N. Link (ed.), *The Economic Theory of Invention and Innovation*, Cheltenham, Edward Elgar Publishing, 2008, pp. 463-468.

- DE ALMEIDA, Pedro y Pedro D. Silva, “The Peak of Oil Production. Timings and Market Recognition”, *Energy Policy*, 37(2009), pp. 1267-1276.
- DE JESÚS, Leonardo y Montenegro, Manuel, “Las centrales hidroeléctricas en México: pasado, presente y futuro”, *Tecnologías y Ciencias del Agua*, 3 (2012), pp. 103-121.
- DONG, C.G., “Feed-in Tariff vs. Renewable Portfolio Standard: An Empirical Test of Their Relative Effectiveness in Promoting Wind Capacity Development”, *Energy Policy*, 42 (2012), pp. 476-485.
- DRISCOLL, Patrick A. “Breaking Carbon Lock-In: Path Dependencies in Large-Scale Transportation Infrastructure Projects”, *Practice, Planning and Research*, 29 (2014), pp. 317-330.
- FOUQUET, Roger “The Slow Search for Solutions: Lessons from Historical Energy Transitions by Sector and Service”, *Energy Policy*, 38 (2010), p. 6586-6596.
- GÓMEZ Treviño, Daniela, “Diversificación del uso de energías renovables y la seguridad energética en México”, *Perspectivas Energéticas-El Colegio de México*, 3 (2017), pp. 18-20.
- GORGES, Michael J., “New Institutional Explanations for Institutional Change: A Note of Caution”, *Politics*, 21(2001), pp. 137-145.
- GRUBLER, Arnulf, “Energy Transitions Research: Insights and Cautionary Tales”, *Energy Policy*, 50(2012), pp. 8-16.
- HAAS, Reinhard *et al.*, A Historical Review of Promotion Strategies for Electricity from Renewable Energy Sources in EU Countries, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(2011), pp. 1003-1034.
- HALL, Peter A., y Rosemary C.R. Taylor, “Political Science and the Three New Institutionalisms”, *Political Studies*, 44 (1996), pp. 936-957.
- HAY, Colin y Daniel Wincott, “Structure, Agency and Historical Institutionalism”, *Political Studies*, 46 (1998), pp. 951-957
- HUAN, Cui, *et al.*, “Government Funded Renewable Energy Innovation in China”, *Energy Policy*, 51 (2012), pp. 121-127.
- IMMERGUT, Ellen M., “The Theoretical Core of the New Institutionalism”, *Politics & Society*, 26 (1998), pp. 5-34.

- JACOBSSON, Staffan y Vokmar Lauber, "The Politics and Policy of Energy System Transformation: Explaining the German Diffusion of Renewable Energy Technology", *Energy Policy*, 34 (2006), pp. 256-276.
- JORDAN, Andrew y Matt, Elah, "Designing Policies that Intentionally Stick: Policy Feedback in a Changing Climate", *Policy Science*, 47(2014), pp. 227-248.
- KAPLAN, Marcos, "Petróleo y desarrollo: el impacto interno", *Foro Internacional*, 21 (1980), pp. 83-106.
- KINGSTON, Christopher y Gonzalo Caballero, "Comparing Theories of Institutional Change", *Journal of Institutional Economics*, 5 (2009), pp. 151-180.
- KRANZ, Johan *et al.*, "Smart Energy: Where Do We Stand and Where Should We Go?", *Electronic Markets*, 25 (2015), pp. 7-16.
- KRUYT, Bert, *et al.*, "Indicators for Energy Security", *Energy Policy*, 37 (2009), pp. 2166-2181.
- LAWHON, Mary y James T. Murphy, "Socio-technical Regimes and Sustainability Transitions: Insights From Political Ecology", *Progress in Human Geography*, 36(2011) pp. 354-378.
- LINNERUD, Kristin, y Simonsen, Morten, "Swedish-Norwegian Tradable Green Certificates: Scheme Design Flaws and Perceived Investment Barriers", *Energy Policy*, 106 (2017), pp. 560-578.
- LOCKWOOD, Matthew *et al.*, "Historical Institutionalism and the Politics of Sustainable Energy Transitions: A Research Agenda", *Environment and Planning. Government and Policy*, 2016, pp. 312-333.
- MAGGIO, Gaetano, y G. Cacciola, "When Will Oil, Natural Gas, and Coal Peak?", *Fuel*, 98(2012), pp. 111-123.
- MARIÑO, Carlos Alberto, "Conversión de Centrales de Combustóleo a otros combustibles. Proyectos esenciales para mejorar la eficiencia económica en generación", *Boletín instituto de investigaciones eléctricas*, enero-marzo (2014), pp. 8-15.
- MARSCHINSKI, Robert y Philippe Quirion, "Tradable Renewable Quota vs Feed in Tariff vs Feed in Premium under Uncertainty", *Fondazione Eni Enrico Mattei*, 2014.
- MARZO, Mariano, "Recursos convencionales y no convencionales de petróleo y gas", *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 2008 (16), pp. 218-228.

- MCGLADE, Christophe y Paul Ekins, “The Geographical Distribution of Fossil Fuels Unused When Limiting Global Warming to 2° C”, *Nature*, 517 (2015), pp. 187-190.
- MCNERNEY, James, *et al.*, “Historical Costs of Coal-fired Electricity and Implications for the Future”, *Energy Policy*, 39 (2011), pp. 3042-3050.
- MENANTEAU, Philippe *et al.*, “Prices Versus Quantities: choosing policies for promoting the development of renewable energy”, *Energy Policy*, 31 (2003), pp. 799-812.
- MENG, Qingmin y Ashby, Steve, “Distance: A Critical Aspect for Environmental Impact Assessment of Hydraulic Fracking”, *The Extractive Industries and Society*, 1 (2014), pp. 124-126.
- MEYER, John W. y Brian Rowan, “Institutionalized Organizations: Formal Structure as Myth and Ceremony”, *American Journal of Sociology*, 83(1977), pp. 340-363.
- MILLER, “Gary Rational Choice and Dysfunctional Institutions”, *Governance: An International Journal of Policy and Administration*, 13 (2000), pp. 535-547.
- MORI, Akihisa, “Socio-Technical and Political Economy Perspectives in the Chinese Energy Transition”, *Energy Research and Social Science*, 35 (2018), pp. 28-36.
- MUNCK, Johan *et al.*, “Institutional Inertia and Climate Change: A Review of the New Institutional Literature”, *Wiley Interdisciplinary Reviews. Climate Change*, 5 (2014), pp. 639-648.
- OLIN, John M., “Path Dependence in the Law: The Course and Pattern of Legal Change in a Common Law System”, *John M. Olin for Studies in Law, Economics, and Public Policy Working Papers*, 2003, pp. 100-165.
- PAGE, Edward, “Intergenerational Justice and Climate Change”, *Political Studies*, 47 (1999), pp. 53-56.
- PÁRAMO, Marcelo, “La Comisión Reguladora de Energía”, en *Regulación del sector energético*, UNAM-SENER, México, 1997.
- PEÑA, María, “Ventajas y desventajas del uso de la energía nuclear”, *Debate Social*, num. 21, pp. 1-27.
- PETERS, Guy, “The Politics of Path Dependency: Political Conflict in Historical Institutionalism”, *The Journal of Politics*, 67(2005), pp. 1275-1300.
- PIERSON, Paul “Increasing returns, Path Dependence, and the Study of Politics”, *The American Political Science Review*, 94 (2000), pp. 251-267.

- _____, Paul, “The Limits of Design: Explaining Institutional Origins and Change”, *Governance*, 13 (2000), pp. 475-499.
- PYRGOU, Andri, *et al.*, “The Future of the Feed-in Tariff (Fit) Scheme in Europe: The Case of Photovoltaics”, *Energy Policy*, 95 (2016), pp. 94-102.
- RINGEL, Marc, “Fostering the Use of Renewables Energies in the European Union: The Race between Feed-in Tariffs and Green Certificates”, *Renewable Energy*, 31 (2006), pp. 1-17.
- RIVERA, José, “La expropiación petrolera. Raíces históricas y respuestas de los empresarios extranjeros”, *Casa del Tiempo*, 8 (2008), pp. 2-7.
- SAAVEDRA, Saúl, “Instituciones, actores y cambio institucional”, *Perspectivas Internacionales*, 2011, num. 1, pp. 11-46.
- SAVEYN, Bert, *et al.*, “Política de electricidad renovable: sistema de primas frente a comercio de certificados verdes”, *Ekonomiaz*, 67 (2008), pp. 118-139.
- SCHALLENBER-Rodriguez, Julieta, “Renewable Electricity Support Systems: Are Feed-in Systems Taking the Lead?”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76 (2017), pp. 1422-1439.
- SKYTTE, Klaus y Jensen, S.G., “Interactions Between the Power and Green Certificate Markets”, *Energy Policy*, 30 (2002), pp. 425-435.
- SORRELL, Steve, *et al.*, “Global Oil Depletion: A Review of the Evidence”, *Energy Policy*, 38(2010), pp. 5290-5295.
- _____, Steve, *et al.*, “Shaping the Global Oil Peak: A Review of the Evidence on Field Sizes, Reserve Growth, Decline Rates and Depletion Rates”, *Energy*, 37 (2012), pp. 79-724.
- TENT, Patrick, *et al.*, “Snakes in The Greenhouse: Does Increased Natural Gas Use Reduce Carbon Dioxide Emissions from Coal Consumption?”, *Energy Research and Social Science*, 38 (2018), pp. 53-57.
- THELEN, Kathleen “Historical Institutionalism in Comparative Politics”, *Annual Review of Political Science*, 2 (1999), pp. 369-404.
- TOTH, Ferenc y Hans-Holger Rogner, “Oil and Nuclear Power: Past, Present, and Future”, *Energy Economics* 28 (2006), pp. 1-25.
- TROUVÉ Hélène, *et al.*, “The Path Dependency Theory: Analytical Framework to Study Institutional Integration. The Case of France”, *International Journey of Integrated Care*, 10 (2010), pp. 1-9.

- TRUTNEVYTE, E. *et. al.*, “A Review of Socio-Technical Energy Transition (STET) models”, *Technical Forecasting and Social Change*, 100 (2015), pp. 290-305.
- UINHLEIN, Andreas y Davide Magagna, “Wave and Tidal Current Energy. A Review of the Current State of Research Beyond Technology”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 58 (2016), pp. 1070-1081
- UNRUH, Gregory C., “Understanding Carbon lock-in”, *Energy Policy*, 28 (2000), pp. 817-830
 _____, Gregory, “Escaping Carbon Lock-in”, *Energy Policy*, 30 (2002), pp. 317-325.
- VERBRUGGEN, Aviel y Mohamed Al Marchoni, “Views on Peak Oil and Its Relation to Climate Change Policy”, *Energy Policy*, 38(2010), pp. 5572-5581.
 _____, Aviel, *et al.*, “The 2013 Reforms of the Flemish Renewable Electricity Support: Missed Opportunities”, *Renewable Energy* 83 (2015), pp. 905-917.
- WALSH, Sam y Jason Bordoff, “¿Cómo puede afectar al intercambio de gas natural un conflicto comercial entre Estados Unidos y México?”, *Nexos*, 23 de febrero 2017.

ARTÍCULOS PERIODÍSTICOS

- AGUILAR, Alejandra, “Cambio climático cuesta 7% del PIB”, *El Economista*, Ciudad de México, 27 de octubre 2013.
- BEETZ, Becky, “UK Capacity Market Auction Results Draw Criticism Over Lack of Renewables”, *PV Magazine*, 2 de febrero 2018.
- BOHN, Frank, “The Electric Age: A New Utopia”, *The New York Times*, 2 de octubre de 1927.
- CASSIDY, John, “The Real Danger of Trump’s Steel and Aluminum Tariffs”, *The New Yorker*, 8 de marzo 2018.
- DAVIS, Lucas, “Are Mexican Renewables Really this Cheap?”, *Berkeley Blog*, 4 de diciembre 2017.
- DEIGN, Jason, “India’s Record-Low Wind and Solar Prices May Not Be Sustainable”, *Greentech Media*, 25 de septiembre 2017.
- EDWARDES-EVANS, Henry, “UK Green Certificate Price Hits Six-year High at Monthly Auction”, *S&P Global Platts*, 1 septiembre 2017.
- GARCÍA, Karol, “Ronda 3.3 será de recursos shale”, *El Economista*, 1 de marzo 2018.
 _____, Karol, “Subastas tiran precios de energía renovable”, *El Economista*, 23 de noviembre 2017.

GIMON, Eric, “Texas Regulators Saved Customers Billions by Avoiding a Traditional Capacity Market”, *Greentech Media*, 10 de junio 2016.

GRIMWOOD, Tom, “Bringing Renewables into Capacity Auction Could Cut Energy Bills by £600m”, *UtilityWeek*, 15 de marzo 2018.

HARRUP, Anthony, “Mexico Secures Even Lower Prices for Clean Energy in Auction”, *The Wall Street Journal*, 16 de noviembre 2017.

HERNÁNDEZ, Fernanda, “El mercado de carbono en México explicado en seis puntos”, *Expansión*, 17 de agosto 2016.

LIN, Amber, “Natural Gas as a Transition Fuel: A Bridge Too Far?”, *Bulletin of the Atomic Scientists*, 20 de julio 2016.

LO, Chris, “The Natural Gas Bridge: solution or illusion?”, *Power Technology*, 19 de enero 2015.

LUHAVALJA, Amanda, “Texas REC Prices Stall Beneath \$1/MWh Amid Bearish Supply, Demand Factors”, *S&P Global Market Intelligence*, 17 mayo 2017.

NG, Eric, “Why China’s Costly “Green Energy Certificate” has not Helped Cash-trapped Renewable Energy Firms”, *South China Morning Post*, 19 de octubre 2017.

NORMAN, Jane, “Renewable Energy Target Explained”, *ABC News*, 22 de febrero 2017.

ORME, Byron, “Incapacitated: Why the Capacity Market for Electricity Generation is not Working and how to Reform It”, *The Progressive Policy Think Tank*, 31 de marzo 2016.

PLUMER, Brad, “Obama Says Fracking Can Be a ‘Bridge’ to a Clean-Energy Future. It’s Not That Simple”, *The Washington Post*, enero 29, 2014.

PRESS, Daniel, “Opinion: ‘Renewable Energy Certificates’ are a Feel-good Scam”, *The Mercury News*, 1 abril 2009.

REDACCIÓN, “Resurge el SME ahora como cooperativa”, *Excelsior*, 19 de agosto 2015.

ROJAS, José Antonio, “Una cuarta del gas natural”, *La Jornada*, 8 de mayo 2016.

SHANKLEMAN, Jess y Martin, Chris, “Solar Could Beat Coal to Become the Cheapest Power on Earth”, *Bloomberg*, 2 de enero 2017.

SIGLER, Edgar, “CFE se ampara contra las reglas para energías renovables”, *Expansión*, 17 de mayo 2017.

_____, Edgar, “Las solares ‘brillan’ en la primera subasta de energía limpia”, *Expansión*, 30 de marzo 2016.

THURSTON, Charles, “As Mexican Solar Auction Prices Scrape Bottom, Will Quality be Threatened?”, *Renewable Energy Worl*, 27 de noviembre 2017.

TORRES, Atzayaelh, “Gas natural llega a su máximo en febrero... y cuesta el doble que en EU”, *El Financiero*, 23 de marzo 2018.

VAUGHAN, Adam, “Ban Coal from Backup Power Subsidy Scheme, says Scottish Power”, *The Guardian*, 20 de enero 2017.

DISCURSOS

CÁRDENAS, Lázaro, “Discurso pronunciado con motivo de la Expropiación Petrolera”, Palacio Nacional, Ciudad de México, 18 de marzo de 1938.

LÓPEZ OBRADOR, Andrés Manuel, “Mensaje AMLO”, Ciudad de México, 5 de agosto 2013.

LÓPEZ PORTILLO, José, “Discurso pronunciado en la presentación de su Sexto Informe de Gobierno”, Ciudad de México, 1 de septiembre de 1982.

PEÑA NIETO, Enrique, “Discurso pronunciado en la Conmemoración del 75 Aniversario de la Expropiación Petrolera”, Tula, Hidalgo, 18 de marzo de 2013.

_____, Enrique, “Palabras durante la presentación de la Iniciativa de Reforma Energética”, Ciudad de México, 12 de agosto 2013.

_____, Enrique, “Palabras durante la promulgación de la reforma constitucional en materia energética”, Ciudad de México, 20 de diciembre de 2013.

REPORTES TÉCNICOS

DELOITTE, *Electricity Market Reform. Country Profile: UK*, Zurich, Deloitte Conseil, 2015.

European Environment Agency, *Renewable energies: success stories*, Copenhagen, European Environment Agency, 2001.

GUTIÉRREZ, Verónica Michel, “La renta petrolera en las finanzas públicas de México”, México, Centro de Investigación Económica y Presupuestaria, 2013.

IEA, *CO₂ Emissions from Fuel Combustion. Highlights*, París, International Energy Agency, 2016.

IEA, *Contributions of Renewables to Energy Security*, OCDE-IEA, 2007.

IEA, *Energy Policies Beyond IEA Countries, México 2017*, París, International Energy Agency, 2017.

IEA, *Gas Market Report 2017. Analysis and Forecasts to 2022*, París, IEA, 2017.

IEA, *International Energy Outlook 2016*, París, International Energy Agency, 2016.

IEA, *Key World Energy Statistics*, París, International Energy Agency, 2016.

IEA, *Mexico Energy Outlook*, París, International Energy Agency, 2016.

IEA, *Oil 2017*, París, International Energy Agency, 2017.

IEA, *Renewables Information 2016*, IEA, París, 2016.

IEA, *Tracking Clean Energy Progress 2017*, París, International Energy Agency, 2017.

IMCO, *Certificados de Energía Limpia. Consideraciones para promover su inversión*, IMCO, México, 2015.

IPCC, *Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge, Cambridge University Press, 2012.

IRENA, *Renewable Energy Prospects: México*, Abu Dabi, IRENA, 2015.

Nuclear Power in France, Washington D.C., French Embassy in Washington, 2013.

OECD, *OECD Environmental Performance Reviews: Mexico 2013*, París, OECD, 2013.

WORLD BANK, *World Bank Commodities Price Forecast (nominal US dollars)*, Washington D.C., World Bank.

PONENCIAS

BARNÉS DE CASTRO, Francisco, “Las Energías Renovables en México”, Ciudad de México, CRE, 11 de abril de 2007. [Ponencia]

GARCIADIEGO, Javier, “La paradoja del gobierno cardenista: momento culminante y final de la Revolución Mexicana”, 25 de mayo 2011, Universidad de Guadalajara. [Ponencia]

HERNÁNDEZ, César Emiliano, “La transición energética en México”, Ciudad de México, Universidad Iberoamericana, 8 de noviembre 2017. [Ponencia]

MUÑOZ, Carlos, “El impuesto a los combustibles fósiles por contenido de carbono en México”, Ciudad de México, Comisión de Cambio Climático Senado de la República, Senado de la República, 6 de septiembre 2017. [Ponencia]

DOCUMENTOS OFICIALES

Contrato Colectivo de Trabajo celebrado entre Petróleos Mexicanos por sí y en representación de sus empresas productivas subsidiarias y el Sindicato de Trabajadores de la República Mexicana, México 2017.

Decreto por el que se crea el Centro Nacional de Control de Energía”, *Diario Oficial de la Federación*, Ciudad de México, 28 de agosto 2014.

Disposiciones administrativas de carácter general que contienen los criterios de eficiencia y establecen la metodología de cálculo para determinar el porcentaje de energía libre de combustible en fuentes de energía y procesos de generación de energía eléctrica, *Diario Oficial de la Federación*, 22 de diciembre 2016.

Informe anual 2016, Ciudad de México, CFE, 2016.

Intended Nationally Determined Contribution, México, Gobierno de la República.

Ley de la Industria Eléctrica

Ley de Servicio Público de Energía Eléctrica

Ley de Transición Energética

Ley general de Cambio Climático

Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética

Lineamientos que establecen los criterios para el otorgamiento de Certificados de Energías Limpias y los requisitos para su adquisición, *Diario Oficial de la Federación*, Ciudad de México, 31 de octubre 2014.

Programa Especial de Cambio Climático 2009-2012, Ciudad de México, SEMARNAT, 2009.

Prontuario Estadístico diciembre 2017, Ciudad de México, SENER, 2017.

Prospectiva de Energías Renovables 2013-2027, Ciudad de México, 2013.

Prospectiva de Energías Renovables 2016-2030, Ciudad de México, SENER, 2016.

Prospectiva de Gas Natural 2017-2031, Ciudad de México, SENER, 2017.

Prospectiva de Gas Natural 2017-2031, Ciudad de México, SENER, 2017.

Prospectiva del Sector Eléctrico 2012-2026, Ciudad de México, SENER, 2012.

Prospectiva del Sector Eléctrico 2017-2031, Ciudad de México, SENER, 2017.

Reforma Energética, Ciudad de México, Gobierno de la República, 2013.

Resolución por la que la Comisión Reguladora de Energía expide el modelo de contrato de interconexión para fuente de energía renovable o sistema de cogeneración en mediana escala, Ciudad de México, CRE, 2010.

ANEXOS

ANEXO I: GUIÓN ENTREVISTAS SEMIESTRUCTURADAS

Objetivos centrales:

1. Conocer obstáculos, oportunidades y retos para desarrollar políticas y programas de energías renovables dentro del nuevo esquema.
2. Entender los límites y fortalezas del marco normativo vigente.
3. Conocer la opinión del entrevistado sobre la intervención estatal en este ámbito.
4. Entender cuestiones concretas sobre trámites, recursos y problemas prácticos para desarrollar e implementar políticas de participación de energías renovables.

Objetivos secundarios:

1. Conocer la trayectoria y experiencia del entrevistado.
2. Obtener datos específicos sobre la institución del entrevistado y sus actividades.
3. Entender el funcionamiento institucional del sistema energético mexicano.

ENTREVISTA PARA FUNCIONARIOS PÚBLICOS

Preguntas abiertas:

1. *Conocer obstáculos, oportunidades y retos para desarrollar políticas y programas de energías renovables.*
 - a. ¿Cuáles son los principales problemas que enfrentan los interesados en implementar proyectos de energías renovables?
 - b. ¿Hay limitaciones técnicas o tecnológicas por parte de los interesados? ¿Hay suficiente conocimiento por parte del gobierno federal?
 - c. ¿Qué tipos de apoyos ofrece el gobierno federal para proyectos de energías renovables? (Técnicos, financieros, administrativos)
 - d. Si no hubiera barreras económicas o políticas (si usted fuera todopoderoso), ¿qué acciones tomaría para facilitar las inversiones en estos proyectos?

2. *Entender los límites y fortalezas del marco normativo vigente.*
 - a. En su opinión, ¿las leyes y reglamentos vigentes en materia de energía facilitan o entorpecen el desarrollo de proyectos de energías renovables?
 - b. ¿Considera que hay cambios legales necesarios que podrían mejorar el proceso?
 - c. ¿Qué aspectos se dejaron fuera en el diseño del nuevo esquema de la industria eléctrica?

3. *Conocer la opinión del entrevistado sobre la intervención estatal en este ámbito.*
 - a. ¿De qué manera su institución apoya a los desarrolladores de proyectos de energías renovables?
 - b. ¿Cree que las metas y objetivos oficiales son lo suficientemente ambiciosos?

4. *Entender cuestiones concretas sobre trámites, recursos y problemas prácticos para desarrollar e implementar políticas energéticas.*

- a. ¿Considera que es complicado el proceso para desarrollar un proyecto?
- b. ¿Con qué instituciones cuentan los generadores renovables para recibir orientación?
- c. ¿Cuál cree usted que es el problema principal para el desarrollo de energías renovables en México?

ENTREVISTA EMPRESARIOS/EMPRENEDORES E INVESTIGADORES

Preguntas abiertas:

1. *Conocer obstáculos, oportunidades y retos para desarrollar políticas y programas de energías renovables.*
 - a. ¿Cómo fue el proceso de desarrollo e implementación de su proyecto? (Cuénteme su historia: cómo empezó, cuáles fueron los principales problemas) (En caso de ser transnacional, ¿cómo es diferente el proceso en México?)
 - b. ¿La tecnología fue una ventaja o un obstáculo durante el proceso?
 - c. ¿Recibió algún tipo de apoyo dentro y fuera del gobierno?
 - d. ¿Considera que los Certificados son un mecanismo eficaz para incrementar la participación de las energías renovables en el país?
 - e. Si no hubiera barreras económicas o políticas (si usted fuera todopoderoso), ¿qué acciones tomaría para facilitar las inversiones en estos proyectos?
2. *Entender los límites y fortalezas del marco normativo vigente.*
 - a. ¿Qué trámites legales/burocráticos tuvo que hacer para desarrollar el proyecto?
 - b. ¿Las instituciones facilitan los procesos? ¿Hay acercamiento?
 - c. En su opinión, ¿las leyes y reglamentos vigentes en materia de energía facilitan o entorpecen el desarrollo de proyectos de energías renovables?
 - d. ¿Considera que hay cambios legales necesarios que podrían mejorar el proceso?

e. ¿Qué hubiera sido efectivo incluir en el esquema para aumentar la participación?

3. *Conocer la opinión del entrevistado sobre la intervención estatal en este ámbito.*

a. ¿Qué aspectos destaca del nuevo esquema como los mayores apoyos?

b. ¿Percibe apoyo por parte de las instituciones del sector energético?

4. *Entender cuestiones concretas sobre trámites, recursos y problemas prácticos para desarrollar e implementar políticas energéticas.*

a. ¿Considera que es complicado el proceso para desarrollar un proyecto? ¿Qué etapa considera que es la más difícil?

b. ¿Cuál cree usted que es el problema principal para el desarrollo de energías renovables en México?

ANEXO II: RELACIÓN DE ENTREVISTAS

ENTREVISTADO	INSTITUCIÓN	PUESTO	FECHA
Rodrigo Aire	ACCIONA	Director de Tecnología e Innovación	22/12/17
Héctor J. Treviño	AMDEE	Director Ejecutivo	04/01/17
Jessica Rodríguez	SENER	Directora de Energías Renovables	17/10/16
Víctor Pavón	CRE/COLMEX	Extitular del Unidad de Planeación	28/12/16
Israel Hurtado	SOLMEX	Director Ejecutivo	23/12/16
Juan Belausteguigoitia	ITAM	Centro de ITAM Energía y Recursos Naturales	11/01/17
José Antonio Urteaga	BID	Responsable de Operaciones Sector Energía	12/10/16
Víctor Ramírez	ANES	Director Ejecutivo	12/01/17
Alberto Villa	SEMARNAT	Director de Evaluación Sectores Energía	17/01/17
César A. Hernández	SENER	Exdirector General de Vigilancia del MEM	18/01/17
Manuel Martínez	IER	Profesor/Investigador	31/01/17
Oswaldo Rodríguez	IER	Profesor/Investigador	31/01/17
Jaime Agredano	IIE (INEEL)	Investigador	31/01/17
Miguel Ángel Toro	CIDAC	Investigador	26/01/17
David F. Villalpando	CRE	Dirección del Mercado Eléctrico	24/01/17
Daniela Pontes	SENER	Directora de Instrumentos de Energía Limpia	08/02/17
Jeff T. Pavlovic	SENER	Exdirector de Seguimiento y Coordinación	09/02/17
Francisco de la Rosa	CENACE	Dirección de Mercado Eléctrico	01/02/17
Ramón Massieu	CRE	Coordinador de Asesores	07/02/17
Edwin Altuzar	CRE	Asesor del Comisionado Zúñiga	07/02/17
Erika Masiel Salinas	CONUEE	Jefa de Depto. Dirección Estados y Municipio	16/02/17
Andrés Flores	CMM	Coordinador de Proyectos/Investigador	14/02/17
Jorge Huacuz	IIE (INEEL)	Investigador	17/02/17
Pablo Mulas	IIE (INEEL)	Investigador	17/02/17
Fabián del Valle	CMM	Líder de Proyecto	14/02/17

Norma Álvarez	CRE	Directora de Integración de Energías Limpias	23/02/17
Alberto Campos	CRE	Director de Integración de Energías Limpias	23/02/17
Federico López	CFE	Gerente de Protección Ambiental	24/02/17
Erik Mendoza	FENOSA	Director de Gestión de Contratos	28/02/17
Jaime de la Rosa Jr.	ALARDE	Director General	19/01/17